ملزمة الكيمياء

للصف السادس الاحيائي

2020

الاستاذ : هاشم الغرباوي

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الاول

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل الأول (علم الثرموداينميك)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- مسائل المسعر
2- مسائل قانون هيس
3- تعاليل علاقة كبس

ملخص الفصل الأول

يتمحور الفصل الاول حول ثلاث دوال حالة هما $\Delta H_r{}^o$ و $\Delta S_r{}^o$ و $\Delta G_r{}^o$ حيث

1- انثالبي التفاعل ΔH_r^o نستخرجه من

أ- من المسعر $\Delta H_r{}^o = q_{KJ/mol}$ (ناتج الخطوة الخامسة يمثل $\Delta H_r{}^o$)

ب- من مجموع انثالبيات التكوين ΔH_f^o

$$\Delta H_r{}^o = \sum n\ \Delta H_f{}^o{}_{(PRODUCTS)} - \sum n\ \Delta H_f{}^o{}_{(REACTION)}$$

ج- علاقة كبس $\Delta H_r{}^o = \Delta G + T\Delta S$

2- التغير في الانتروبي ΔS_r^o للتفاعل نستخرجه من

أ- علاقة كبس $\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$

ب- مجموع الانتروبي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

3- طاقة كبس الحرة يمكن ان نستخرجها من

أ- علاقة كبس $\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

ب- مجموع طاقات كبس الحره للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$$

الفصل الاول الثرموداينمك

1-1 علم الثرموداينمك

* **علم الثرموداينمك**

هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها نحو اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى طاقات اخرى .

- **الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟**

1- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
2- التنبؤ بحدوث تغيرات كيميائية او فيزيائية عندما توجد مادة او اكثر عند شروط معينة .
3- حدوث بعض التفاعلات التلقائية والغير تلقائية عند نفس الظروف .
4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات .

تقسم الطاقة الى :
1- طاقة كامنة : الطاقة المخزونة في المواد
2- طاقة حركية : طاقة في معظم الاجسام المتحركة

2-1 وحدات الطاقة ودرجة الحرارة

1- وحدة الجول : ويرمز لها بالرمز J.

$$1J = 1Kg.m^2/s^2$$

2- الطاقة الحركية KE : هي حاصل ضرب نصف في الكتلة في مربع سرعته .

$$KE = \frac{1}{2}m.v^2$$

$kg =$ كيلو غرام
$m =$ متر
$s =$ ثانية

3- درجة الحرارة :- بوحدة الكلفن :

$$T_{(k)} = t_{c^o} + 273$$

مثال // ماكتلة جسم يتحرك 6 متر خلال 2 ثانية علما ان الطاقة الحركية = 18

الحل //

$$KE = \frac{1}{2}m.v^2$$

$$18 = \frac{1}{2}m * \left(\frac{6}{2}\right)^2$$

$$18 = \frac{1}{2}m * 9 \quad \Rightarrow \quad 9m = 36$$

$$m = \frac{36}{9} = 4kg$$

القانون الاول للثرموداينميك : الطاقة لاتفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل الى اخر

3-1 بعض المصطلحات الثرموداينميكية

1- النظام : هو جزء معين من الكون نهتم بدراسته يتكون من المواد المشتركة في حدوث التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي .

2- المحيط : هو كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه .

3- المجموعة : هي النظام + المحيط

يقسم النظام الى			
	1-	النظام المفتوح :	هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل المادة والطاقة مع المحيط مثل اناء معدني مفتوح يحوي ماء مغلي
	2-	النظام المغلق :	هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل المادة مع المحيط مثل اناء معدني مغلق .
	3-	النظام المعزول :	هو النظام الذي لا تسمح حدوده تبادل المادة ولا الطاقة مع المحيط مثل الثرموس .

4-1 الحرارة

هي شكل من أشكال الطاقة ويرمز لها بالرمز (q) وتقاس بالجول وهي تمثل انتقال الطاقة الحرارية من جسم الى آخر ،

- درجة الحرارة : هي مقياس الطاقة الحرارية $\Delta T = T_f - T_i$

$T_f =$ الحرارة النهائية
$T_i =$ الحرارة الابتدائية

- بما ان التناسب بين الحرارة (q) والتغير في درجة الحرارة ΔT

$1)\ q \alpha \Delta T$

يحول التناسب الى مساواة بضرب ΔT × ثابت التناسب

$2)\ q = C \times \Delta T$

ثابت التناسب يدعى السعة الحرارية C

✱ ترتبط السعة الحرارية بالحرارة النوعية S بالعلاقة

$3)\ C = S \times m$

نعوض معادلة 3 في معادلة 2 ونحصل على

$4)\ q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} \times m_{(g)} \times \Delta T_{(c^0)}$

السعة الحرارية :هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدرة بالغرام (g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز C وحداتها J/C^0.

الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز (S) وحداتها $J/g.c^0$

ملاحظات خاصة لمسائل q الحرارة المنبعثة او الناتجة او المتحررة نستخدم القوانين

1) $q = C * \Delta T$ اذا اعطى او طلب السعة الحرارية = C

2) $q = S * m * \Delta T$ اذا اعطى او طلب حرارة نوعية = S

3) $C = S * m$ اذا اعطى حرارة نوعيه وطلب سعة حرارية اوبالعكس

مثال 1-1

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من $5\ c^0$ الى $95\ c^0$ ؟ علماً ان الحرارة النوعية للحديد $0.45\ J/g.c^0$.

الحل // بما انه اعطى حرارة نوعية نستخدم القانون :

$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$

$q_{(J)} = 0.45_{(J/g.c^0)} * 870_{(g)} * 90_{(c^0)}$

$q_{(J)} = 35235(J)$

$\Delta T = T_f - T_i$

$\Delta T = 95 - 5$

$\Delta T = 90\ c^0$

*اذا طلب الحرارة بالكيلو جول Kj نقسم على 1000

تمرين 1-1

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم Mg كتلته 10(g) من 25 الى $45\ c^0$ مع اكتساب حرارة 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم ؟

....

الحل // بما انه طلب حرارة نوعية نستخدم القانون :

$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$

$205_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * 10_{(g)} * 20_{(c^0)}$

$S_{(J/g.c^0)} = \dfrac{205_{(J)}}{10_{(g)} * 20_{(c^0)}}$

$S_{(J/g.c^0)} = 1.025$

$\Delta T = T_f - T_i$

$\Delta T = 45 - 25$

$\Delta T = 20\ c^0$

سيكون حل اسئلة الفصل مع المواضيع الخاصة بها

سؤال 1-9

قطعة من الفضة كتلتها 360g وسعتها الحرارية $86\ J/c^0$ احسب حرارتها النوعية ؟

....

الحل // العلاقة بين السعة والحرارية والحرارة النوعية هي

$C_{(J/c^0)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)}$

$86_{(J/c^0)} = S_{(J/g.c^0)} * 360_{(g)}$

$S_{(J/g.c^0)} = \dfrac{86_{(J/c^0)}}{360_{(g)}} = 0.24\ (J/g.c^0)$

سؤال 1-11

احسب كمية الحرارة المنبعة بوحدة KJ من 350 g من الزئبق عند تبريدها من $77c^0$ الى $12c^0$ علما ان الحرارة النوعية للزئبق $0.14\ J/g.c^0$

....

الحل //

$\Delta T = T_f - T_i$

$\Delta T = 12 - 77$

$\Delta T = -65\ c^0$

$q_{(J)} = S_{(\frac{J}{g.c^0})} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$

$q_{(J)} = 0.14_{(\frac{J}{g.c^0})} * 350_{(g)} * (-65)_{(c^0)}$

$q_{(J)} = -3185$

$q_{(KJ)} = \dfrac{-3185}{1000} = -3.185KJ$

سؤال 10-1

قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21 C الى 124 C احسب كمية الحرارة بوحدة الكيلو جول KJ . اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس 0.39 $(J/g.c^0)$)

الحل/

واجب // 0.24 KJ

سؤال 12-1

اذا تم رفع درجة الحرارة 34g من الايثانول من $25\ c^0$ الى $79\ c^0$ احسب الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول علما ان الحرارة النوعية للايثانول $2.44\ (J/g.c^0)$

واجب || $4479\ J$

سؤال 13-1 سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة $25\ c^0$ الى $40\ c^0$ مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة

الحل // نستخدم قانون الحرارة النوعية $q_{(J)} = S_{(J/g.c^0.)*} m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$

$$\Delta T = T_f - T_i$$
$$\Delta T = 40 - 25$$
$$\Delta T = 15\ c^0$$

$$q_{(J)} = S_{\left(\frac{J}{g.c^0.}\right)*} m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$$
$$5700\ j = S_{(J/g.c^0.)*} * 155_{(g)} * (15\ )_{(c^0)}$$
$$S_{\left(\frac{J}{g.c^0.}\right)*} = \frac{5700\ j}{2325} = 2.45\ J/g.c^0$$

سؤال 14-1

4.5 g من حبيبات الذهب امتصت 276 J عند تسخينها فأذا علمت ان الحرارة الابتدائية $25c^0$ احسب درجة الحرارة النهائية التي سخنت اليها علم ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ J/g.c^0$ ؟

الحل//

$$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T$$
$$276_{(J)} = 0.13_{(J/g.c^0)} * 4.5_{(g)} * \Delta T$$
$$\Delta T = \frac{276_{(J)}}{0.13_{(J/g.c^0)} * 4.5_{(g)}} = 471.8c^0$$
$$\Delta T = T_f - T_i$$
$$471.8c^0 = T_f - 25c^0$$
$$T_f = 471.8 + 25$$
$$T_f = 496.8c^0$$

5-1 حرارة التفاعل التغير في الانثالبي

العمليات الكيميائيه إما تجري عند ضغط ثابت او حجم ثابت حيث التي تجري عند ضغط ثابت تقاس بشكل اسهل من التي تقاس عند حجم ثابت .

التغير في الانثالبي ΔH : هو دالة حالة ثرموداينمكية وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة المتحررة او المنبعثة و المقاسة في ثبوت الضغط

$$\Delta H_r = \Delta H_P - \Delta H_R$$

- ΔH_r : انثالبي التفاعل
- ΔH_P : انثالبي النواتج
- ΔH_R : انثالبي المتفاعلات

✱ ملاحظة عند ثبوت الضغط فالحرارة = انثالبي التفاعل $\Delta H = q_P$

- q_P : الحرارة بثبوت الضغط
- ΔH : انثالبي التفاعل

ملاحظة :

1- اذا كانت قيمة انثالبي التفاعل سالبة فأن التفاعل باعث للحرارة $\Delta H = -$
2- اذا كانت قيمة انثالبي التفاعل موجبة فأن التفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$

6-1 دالة الحالة

سؤال 1-4 ماذا نعني بدالة الحالة

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي يسلكه التفاعل .
مثل الانتروبي والانثالبي وطاقة كبس الحرة القياسيه

- **ملاحظة :**

الحرارة والشغل لا تعتبر دالة حالة وانما دالة مسار لأنهما يتغيران بتغير الظروف .

- **ملاحظة :**

لا يمكن قياس القيمة المطلقة للدوال ولكن يمكن قياس مقدار التغير لهذه الدوال

$$\Delta H_r = \Delta H_F - \Delta H_i$$

نهائي ابتدائي

7-1

الخواص العامة للمواد

تقسم الخواص الى نوعين	
الخواص الشاملة	**الخواص المركزة**
وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكتلة والحجم و ΔH وΔS وΔG	هي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكثافة ودرجة الحرارة والحرارة النوعية

علل // الانثالبي دالة حالة وهو خاصية شاملة ؟

ج// لأنها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ولا تتغير بتغير الظروف لنفس التفاعل ولكن تتغير ΔH من تفاعل الى آخر .

8-1

الكيمياء الحرارية

هو علم يهتم بدراسة كمية الحرارة المتحررة او المنبعثة

تفاعل كيميائي	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + ENERGY$
تغير فيزيائي	$2H_2O_{(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + ENERGY$ بخار ← سائل تغير فيزيائي

ملاحظات

1- يمكن ان نعرف التفاعل ماص اذا كانت قيمة ΔH موجبة او اذا كانت الحرارة بالمتفاعلات



$A +$ حرارة $\rightarrow B \qquad \Delta H = +$

(يعني ان التفاعل يحتاج حرارة لكي يحدث)

2- يمكن ان نعرف التفاعل باعث اذا كانت قيمة ΔH سالبة او اذا كانت الحرارة بالنواتج .



$A \rightarrow B +$ حرارة $\qquad \Delta H = -$

(يعني ان التفاعل انتج حرارة)

كيفية كتابة مخطط الطاقة

1- اذا كان :

أ- التفاعل باعث نضع المتفاعلات فوق والنواتج تحت .

ب- التفاعل ماص للحرارة نضع النواتج فوق والمتفاعلات تحت

2- السهم دائما متجه من المتفاعلات الى النواتج .

3- اذا كان :

أ- التفاعل باعث فأن الحرارة تخرج من سهم التفاعل .

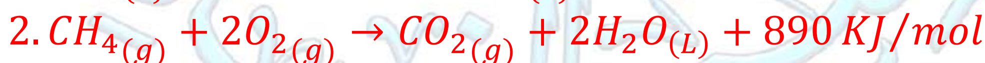
ب- التفاعل ماص فأن الحرارة تدخل مع سهم التفاعل



مثال // ارسم مخطط التفاعلات الاتية :



$1.\ H_2O_{(S)} + 6\ KJ/mol \rightarrow H_2O_{(L)}$

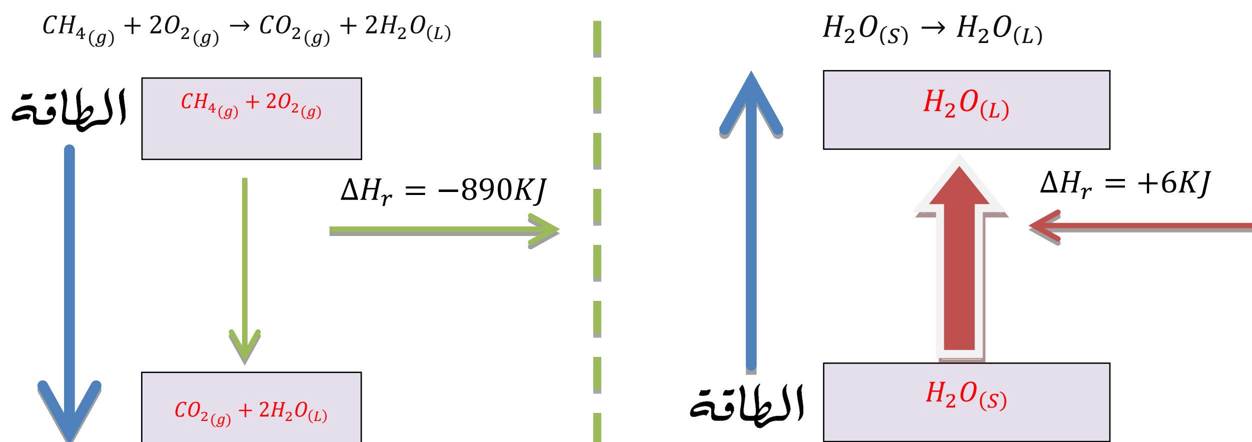


$2.\ CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} + 890\ KJ/mol$

الحل//

نلاحظ ان التفاعل الاول ماص لان قيمة الحرارة في المتفاعلات اي $\Delta H = +$

والتفاعل الثاني باعث لان قيمة الحرارة في النواتج اي $\Delta H = -$



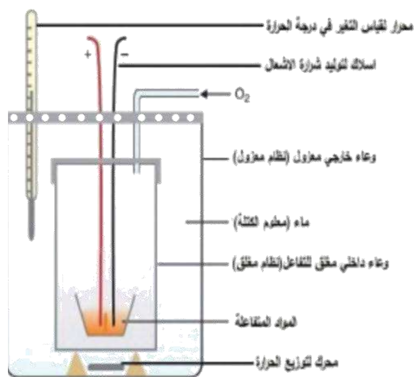
9-1 قياس انثالبي التفاعل

سؤال 1-8 صف المسعر الحراري الذي تتم بوساطته تتم قياس كمية الحرارة الممتصه او المنبعثة

يستخدم المسعر لقياس انثالبي التفاعل ويتكون المسعر من وعاء التفاعل مغمور في كمية معينة من الماء معروف الكتلة موجود في وعاء معزول عزلاً جيداً

ملاحظة: تقاس الحرارة في المسعر بضغط ثابت

(أي هنا في مسائل المسعر الـ q هي نفسها انثالبي التفاعل)



رسم المسعر مهم

خطوات حل مسائل المسعر

1- ايجاد ΔT ⟸ من قانون $\Delta T = T_f - T_i$

2- ايجاد الحرارة q عن طريق :

أ- اذا اعطى السعة الحرارية C نستخدم القانون : $q_J = C_{J/C^0} * \Delta T_{C^0}$

ب- اذا اعطى الحرارة النوعية S نستخدم القانون : $q_J = S_{J/g.C^0} * m_{(g)} * \Delta T_{C^0}$

كتلة الماء

(ثم نعطيها اشارة سالبة دائما -=q)

3- نجد عدد مولات المادة الداخلة في المسعر $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}}$

(الكتلة هنا للمادة الداخلة بالمسعر)

4- نقسم الحرارة من الخطوة (2) على عدد المولات n من الخطوة الثالثة لإيجاد $q_{J/mol}$ (الحرارة بالمول) $q_{J/mol} = \frac{q_J}{n_{mol}}$

5- نحول $q_{j/mol}$ الى $q_{kj/mol}$ عن طريق القسمة $\frac{}{1000}$ (اذا طلب الحرارة نتيجة احتراق مولين الناتج النهائي نظربة في 2 او اذا طلب لنصف مول نقسم الناتج النهائي على 2)

مثال 2-1

باستخدام المسعر الحراري وضعت $3(g)$ من مركب الكلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$ الكتلة المولية للكلوكوز $(180_{g/mol})$ في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين وضع هذا الوعاء في داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية من $1200g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $(4.2_{J/g.c^0})$ وكانت درجة الحرارة الابتدائية = $21.0c^0$ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5c^0$ احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mole من الكلوكوز على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل // نطبق الخطوات الخمسة :

1- $\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 25.5 - 21. = 4.5°C$

2- $q_{(J)} = S_{J/g.°C} * m_{(g)} * \Delta T_{°C}$

$q_{(J)} = 4.2_{J/g.°C} * 1200_{(g)} * 4.5_{°C}$

$q_{(J)} = 22680(J)$

نعطيها اشارة سالبة دائما لأن تفاعلات المسعر دائما باعثة

$q_{(J)} = -22680(J)$

3- $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{180} = 0.017mol$

4- $q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-22680j}{0.017mol} = -1334118$

5- $q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -1334118 * \frac{1}{1000}$

$q_{KJ/mol} = -1334.118\ KJ/mol$

تمرين 2-1

تم حرق 3g من مركب الهيدرازين (N_2H_4) (كتلته المولية $= 32\ g/mol$) في مسعر مفتوح يحتوي 1000g م الماء (الحرارة النوعية للماء $(4.2_{J/g.c^0})$) فأن درجة الحرارة ترتفع من 24.6°C الى 28.2°C . احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق (1mol) من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل/ نطبق الخطوات الخمسة :

1 $\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 28.2 - 24.6 = 3.6°C$

2 $q_{(J)} = S_{J/g.°C} * m_{(g)} * \Delta T_{°C}$

$q_{(J)} = 4.2_{J/g.°C} * 1000_{(g)} * 3.6_{°C}$

$q_{(J)} = 15120(J) \Rightarrow q_{(J)} = -15120(J)$

3 $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{32} = 0.0937mol$

4 $q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-15120J}{0.0937mol} = -160851\ J/mol$

5 $q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -160851 * \frac{1}{1000}$

$q_{KJ/mol} = -160.851\ KJ/mol$

سؤال / 16-1

عند حدوث لتفاعل الكيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي $2.4\ KJ/°C$ فان درجة الحرارة للمسعر ترتفع بمقدار $0.12°C$ احسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول .

الحل //

1. $\Delta T = 0.12°C$
2. $q_{(J)} = C_{J/°C} * \Delta T_{°C} \Rightarrow q_{(J)} = 2.4_{KJ/°C} * 0.12_{°C}$

$q_{(J)} = 0.288(KJ)$

$q_{(J)} = 0.288(KJ) * 1000$

$q_{(J)} = 288\ J$

$\Delta H = q_P = -288\ J$

هنا مطلوب فقط الحرارة وليس الاحتراق بالمول .

هنا اعطى السعة الحراريه ب KJ لذلك تكون ال q ايضا ب KJ نحولها لـ J كما طلب في السؤال

السؤال / 17-1

تم حرق عينه كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض = $60\ g/mol$) بوجود كمية وافرة من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء = $4.2\ J/g.°C$) فاذا ارتفعت درجة الحرارة المسعر ومحتوياته من 24°C الى 28°C احسب كمية الحرارة التي يكمن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل// نطبق الخطوات الخمسة ||

- $\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 28 - 24 = 4°C$
- $q_{(J)} = S_{J/g.°C} * m_{(g)} * \Delta T_{°C}$

  $q_{(J)} = 4.2_{J/g.°C} * 750_{(g)} * 4_{°C}$

  $q_{(J)} = 12600(J) \Rightarrow q_{(J)} = -12600(J)$
- $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{1.5}{60} = 0.025 mol$
- $q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-12600J}{0.025mol} = -504000\frac{J}{m}$

استراحه || كلماتي

الراد الهيبه مايرضه يمس عار
شرار وكلبه من ناره يمسعر
بخمس خطوات احلتك يمسعر
وحلك سهل ماتصعب عليه

10-1 المعادلات الكيميائية الحرارية

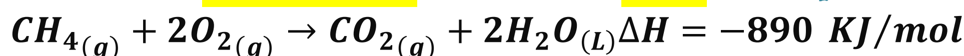
تختلف المعادلة الكيميائية عن باقي المعادلات حيث يمكننا ان توضح :

1- اذا كان التغير في الانثالبي قيمة موجبة فأن التفاعل ماص للحرارة .



$$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = +6\,KJ/mol$$

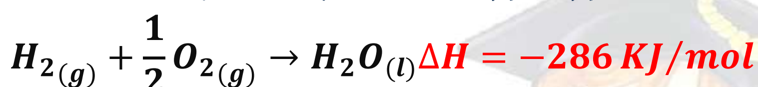
اما اذا كان التغير في الانثالبي قيمته سالبة فأن التفاعل باعث للحرارة :



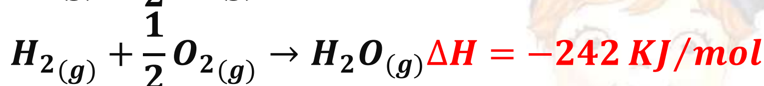
$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} \Delta H = -890\ KJ/mol$$

2- .(سؤال 1-5 لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية

ج// لأن كمية الحرارة المتحصة او المنبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل



$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \Delta H = -286\,KJ/mol$$



$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \Delta H = -242\,KJ/mol$$

3- اذا تم عكس المعادلة تعكس اشارة ΔH



$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 6\,KJ/mol$$

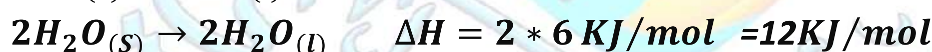


$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H = -6\,KJ/mol$$

4- عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بعدد معين يشترط ضرب ΔH ايضا بنفس العدد



$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 6\,KJ/mol$$



$$2H_2O_{(S)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 2 * 6\,KJ/mol \ = 12KJ/mol$$

11-1 انثالبي التفاعل القياسية

يتم قياسها في الظروف قياسية عند حرارة 25°C وضغط atm ويرمز لها بالرمز ΔH_{r^0} وحداتها KJ

سؤال/ 1-18

- ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية؟
- وماهي اوجه الاختلاف عن STP التي تستخدم في الغازات ؟

ج// ظروف الكيمياء الحرارية القياسيه هي حرارة 25°C وضغط 1atm

و ظروف الغازات القياسية هي حرارة 0°C وضغط 1atm

12-1 انواع الانثالبيات

1. انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^0}
2. انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_{C^0}
3. انثالبي التغيرات الفيزيائية

1 - انثالبى التكوين القياسية ΔH_{F^o}

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية في اثبت صورة في الظروف القياسية وحداتها KJ/mol

س/ ماهي شروط $\Delta H_{F^o} = \Delta H_{r^o}$ ؟

ج/ عندما يكون المتكون مول واحد من عناصره الاساسية في اثبت صوره في الظروف القياسية.

ملاحظات

1- المتكون مول واحد (المادة الناتجة مول واحد)
2- من عناصره الاساسية (عناصر حره وليس مركبات)
3- في اثبت صوره (تكون العناصر بالصوره الاثبت اي الاكثر انتشاراً حيث :
أ- الكاربون له صورتين (ماس diamond) و(كرافيت graphite) الصور الاثبت هي الكرافيت graphite .
ب- الكبريت له صورتين (معيني rho) و (موشوري orth) الصورة الاثبت هي (المعيني rho)
ج- الحديد والالمنيوم اثبت صور لهما الصلب (S)
د- العناصر $(H_2, F_2, Br_2, Cl_2, N_2, O_2)$ اثبت صوره لها هي الحاله الغازيه (g)
ه- الزئبق اثبت صوره له الحالة السائلة (L) والحديد والالمنيوم الحالة الصلبة(S)
4- انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} لجميع العناصر لحرة في حالتها القياسية تساوي صفر

علل // ظهور الكسور في المعادلات الكيميائية الحرارية ؟

ج/ بسبب تغير عدد المولات لجعل المتكون او المحترق مول واحد .

س/ في اي المعادلات الاتية $\Delta H_{F^o} = \Delta H_{r^o}$ ؟

1- $C_{diamond} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g}$ $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$
- الكاربون ليس في اثبت صوره

2- $C_{gra} + O_{2_L} \rightarrow CO_{2_g}$ $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$
- الاوكسجين ليس في اثبت صوره

3- $2C_{gra} + 2O_{2_g} \rightarrow 2CO_{2_g}$ $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$
- المتكون ليس مول واحد

4- $CO_g + \frac{1}{2}O_{2_L} \rightarrow CO_{2_g}$ $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$
- CO مركب وليس عنصر

5- $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g}$ $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$
- لأن المتكون مول واحد من عناصره الأساسية باثبت صوره

ملاحظة :-

في حالة اعطى ΔH_{F^o} ويطلب ΔH_{r^o} وكانت جميع شروط المساواة متوفرة ماعدا المتكون يكون اكثر من مول نستخدم القانون : $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} *$ عدد مولات المتكون n

مثال توضيحي // احسب انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} للتفاعل الاتي :



$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr \qquad \Delta H_{r^o} = -72KJ$

نلاحظ ان جميع الشروط توفرت ماعدا عدد مولات المتكون = 2

$$\Delta H_{F^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{n} \Longrightarrow \Delta H_{F^o} = \frac{-72KJ}{2} = -36KJ$$

كيفية كتابة معادلة التكوين الحرارية بحيث تكون $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$

نكتب المركب المعطى في النواتج نقسمه الى عناصره الاساسية في المتفاعلات و نوازن المعادلة من حيث عدد الذرات ثم نكتب الصورة الاثبت لكل عنصر

مثال 3-1

اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي 49 KJ/mol اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

الحل //



○ $6C_{(graph)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_6H_{6(L)} \qquad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 49\ KJ/mol$

المتكون مول واحد من عناصره اساسية باثبت صوره .

تمرين 3-1

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك H_2SO_4 تساوي $(-811\ KJ/mol)$ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

الحل//



○ $H_{2g} + 2O_{2g} + S_{rho} \rightarrow H_2SO_4 \qquad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = -811\ KJ/mol$

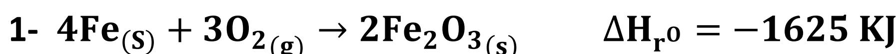
المتكون مول واحد من عناصره الاساسية باثبت صورة .

ملاحظة :

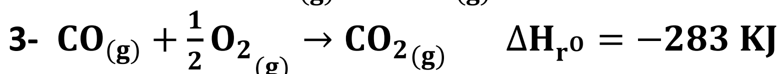
الغازات الاتية تكتب في المعادلة على هيئة جزيئات وليست ذرات $(H_2, F_2, Br_2, I_2, N_2, O_2)$

مثال 4-1

اي من التفاعلات الاتية تساوي قيمة انثالبي التفاعل القياسية ΔH_{r^o} لها قيمة انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} للمركبات المتكونة ؟


1- $4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -1625\ KJ$


2- $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ$


3- $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -283\ KJ$

الحل//

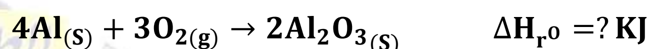
1- التفاعل الاول $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$ لأن المتكون ليس مول واحد

2- التفاعل الثاني $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ لأن المتكون مول واحد من عناصره الاساسية في اثبت صورة .

3- التفاعل الثالث $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$ لأن CO مركب وليس عنصر .

تمرين 5-1

احسب انثالبي التفاعل القياسية للتفاعل الآتي


$4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(S)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = ?\ KJ$

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لاوكسيد الالمنيوم تساوي $\Delta H_{F^o} = -1670\ KJ/mol$

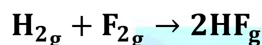
الحل // بما ان المتكون مولين من عناصر اساسية باثبت صورة :

$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o\,\frac{KJ}{mol}} * n_{mol}$

$\Rightarrow \Delta H_{r^o} = -1670_{KJ/mol} * 2_{mol} = -3340\ KJ$

تمرين 4-1

احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_{r^o} للتفاعل التالي اذا علمت انثالبي التكوين القياسية ل HF فلوريد الهيدروجين تساوي $\Delta H_{F^o} = -271\ KJ/mol$


$H_{2_g} + F_{2_g} \rightarrow 2HF_g$

الحل // بما ان المتكون مولين من عناصر اساسية بأثبت صورة :

$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o\,\frac{KJ}{mol}} * n_{mol}$

$\Rightarrow \Delta H_{r^o} = -271_{KJ/mol} * 2_{mol} = -542\ KJ$

2- انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_{C^o}

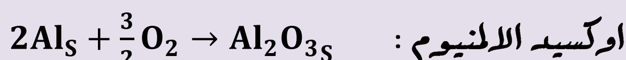
هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مركب حرقاً تاما في الاوكسجين في الظروف القياسية ويرمز لها بالرمز ΔH_{c^o} ووحداتها KJ/mol

✱ س/ ماهي شروط $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o}$

ج/ عندما يكون الحترق مول واحد مع كمية وافرة من الاوكسجين .

ملاحظات :

1- حرق العناصر مع الاوكسجين يعطي اكاسيدها :


اوكسيد الالمنيوم : $2Al_S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_{3_S}$

2- حرق المركبات العضوية مع الاوكسجين دائما يعطي $CO_2 + H_2O$


$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

ملاحظة : جميع تفاعلات الاحتراق باعثه للحرارة $\Delta H = -$

كيفية كتابة معادلة احتراق القياسية

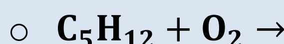
نكتب المركب المعطى في المتفاعلات + O_2 واذا كان العنصر المعطى غير عضوي يكون الناتج اوكسيد العنصر اما اذا كان مركب عضوي يكون الناتج $CO_2 + H_2O$ ثم نوازن المعادلة :

في موازنة المعادلة نوازن الكاربون ثم الاوكسجين من المتفاعلات ونوازن O_2 اخير شيء حيث نوازنه بالاعتماد على عدد ذرات O_2 الناتجة .

مثال توضيحي

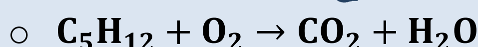
اكتب معادلة احتراق C_5H_{12} بحيث تكون $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o}$

- اول خطوة اكتب المركب المعطى في المتفاعلات مع الاوكسجين O_2



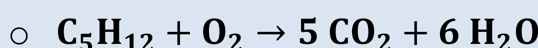
$C_5H_{12} + O_2 \rightarrow$

- بما انه مركب عضوي اذا يعطي $CO_2 + H_2O$ في النواتج



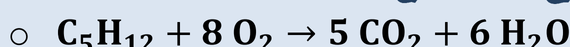
$C_5H_{12} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

- هسه تجي نوازن عدد الذرات ماعدا الاوكسجين O_2



$C_5H_{12} + O_2 \rightarrow 5\,CO_2 + 6\,H_2O$

- هسه احسب شكد طلع عندي O_2 بالنواتج اوازنه مع المتفاعلات



$C_5H_{12} + 8\,O_2 \rightarrow 5\,CO_2 + 6\,H_2O$

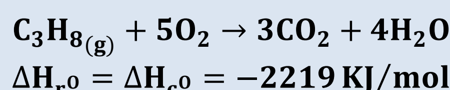
تمرين 1-6

اكتب معادلة تفاعل احتراق غاز البروبان C_3H_8 اذا علمت ان $\Delta H_{c^o}{}_{(C_3H_8)} = -2219\ KJ/mol$.

....

انتبه/ نضع المركب المعطى في المتفاعلات مع O_2 والناتج $CO_2 + H_2O$ لأن، المحترق مركب عضوي ثم نوازن المعادلة .

الحل //



$C_3H_{8(g)} + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o} = -2219\ KJ/mol$

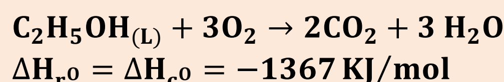
مثال 1-5

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الاثيلي السائل $C_2H_5OH_{(L)}$ اذا علمت ان $\Delta H_{c^o} = -1367\ KJ/mol$ للكحول الاثيلي .

....

انتبه / نضع المركب المعطى في المتفاعلات مع O_2 ثم يكون الناتج $CO_2 + H_2O$ لأن، المحترق مركب عضوي ثم نوازن عدد الذرات .

الحل /



$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3\,H_2O$

$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o} = -1367\ KJ/mol$

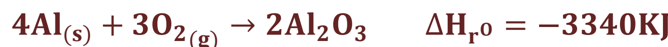
استراحه /// كلماتي

عليج الله اليكون الكون تكوين   مثل مكوى ابدليلي ليش تكوين

انثالبي التفاعل يصير انثالبي تكوين   اذا المتكون مول من عناصر اساسيه

السؤال 1-20

احسب التغير انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^0} لـ Al_2O_3 والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية لـ Al في التفاعل الاتي :



$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_3 \qquad \Delta H_{r^0} = -3340KJ$$

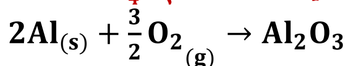
انتبه//

1- لأيجاد ΔH_{F^0} لـ Al_2O_3 يجب ان يكون مول واحد هنا عدد مولات Al_2O_3 هي 2

$\therefore$ نقسم $\Delta H_{F^0} = \frac{\Delta H_{r^0}}{2}$

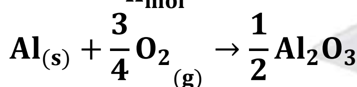
2- لايجاد ΔH_{c^0} لـAl يجب ان يكون المحترق مول واحد هنا عدد مولات Al هي 4 لذلك نقسم $\Delta H_{C^0} = \frac{\Delta H_{r^0}}{4}$

الحل //



$$2Al_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Al_2O_3$$

$$\Delta H_{F^0} = \frac{\Delta H_{r^0}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{F^0} = \frac{-3340\ KJ}{2_{mol}} = -\ 1670\ KJ/mol$$

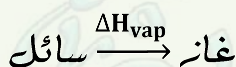


$$Al_{(s)} + \frac{3}{4}O_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{2}Al_2O_3$$

$$\Delta H_{C^0} = \frac{\Delta H_{r^0}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{C^0} = \frac{-3340\ KJ}{4_{mol}} = -\ 835\ KJ/mol$$

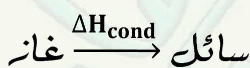
3- انثالبي التغيرات الفيزيائية

أ- انثالبي التبخر ΔH_{vap} :- هي الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{vap} وتكون قيمته موجبة .



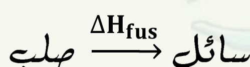
سائل $\xrightarrow{\Delta H_{vap}}$ غاز

ب- انثالبي التكثيف ΔH_{cond} :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة تكثيف مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{cond} وتكون قيمته سالبة .



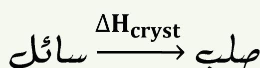
غاز $\xrightarrow{\Delta H_{cond}}$ سائل

ت- انثالبي الانصهار ΔH_{fus} :- هي الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{fus} وتكون قيمته موجبة .



صلب $\xrightarrow{\Delta H_{fus}}$ سائل

ث- انثالبي الانجماد ΔH_{cryst} :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة انجماد مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{cryst} وتكون قيمته سالبة .



سائل $\xrightarrow{\Delta H_{cryst}}$ صلب

ملاحظات

1- التبخر تحول من سائل الى غاز

2- التكثيف تحول من غاز الى سائل

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

3- الانصهار تحول من صلب الى سائل

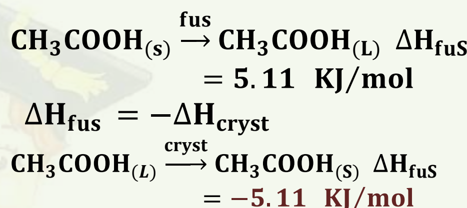
4- الانجماد تحول من سائل الى صلب

$$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$$

تمرين 1-7

اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك CH_3COOH الثلجي $5.11\ KJ/mol$ احسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض ؟

الحل // انثالبي الانجماد هو عكس اشاره انثالبي الانصهار



$$CH_3COOH_{(s)} \xrightarrow{fus} CH_3COOH_{(L)} \quad \Delta H_{fus} = 5.11\ KJ/mol$$

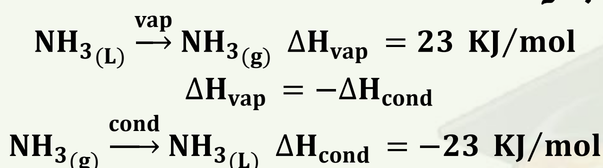
$$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$$

$$CH_3COOH_{(L)} \xrightarrow{cryst} CH_3COOH_{(S)} \quad \Delta H_{fus} = -5.11\ KJ/mol$$

مثال 1-6

اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي $23\ KJ/mol$ احسب انثالبي التكثيف للامونيا .

الحل // انثالبي التكثيف هو عكس اشاره انثالبي التبخر :



$$NH_{3(L)} \xrightarrow{vap} NH_{3(g)} \quad \Delta H_{vap} = 23\ KJ/mol$$

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

$$NH_{3(g)} \xrightarrow{cond} NH_{3(L)} \quad \Delta H_{cond} = -23\ KJ/mol$$

ملاحظات مهمه

1- كل انثالبيات التغيرات الفيزيائية تقاس بـ KJ/mol

2- ΔH_{r^o} تقاس بالكيلو جول KJ

3- $\Delta H_{C^o}, \Delta H_{F^o}$ تقاس بـ KJ/mol

ملاحظه مهمه /// هنالك انثالبي تدعى انثالبي التفكك القياسية هي تماما عكس انثالبي التكوين القياسية (عكس معادلة التكوين وعكس اشارة انثالبي التكوين) مثلا معادلة تكوين حامض الكبريتيك



$$H_{2_g} + 2O_{2_g} + S_{rho} \rightarrow H_2SO_4 \quad \Delta H_{F^o} = -811\ KJ/mol$$

بينما معادلة تفكك حامض الكبريتيك



$$H_2SO_4 \rightarrow H_{2_g} + 2O_{2_g} + S_{rho} \quad \Delta H_{D^o} = +811\ KJ/mol$$

13-1 طرائق حساب انثالبي التفاعل

1- طريقة استخدام قانون هيس

قانون هيس :- عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم بخطوة واحده او سلسلة من الخطوات .

فائدة قانون هيس :- قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر .

علل / لا يمكن تصنيع بعض المركبات من عناصرها مباشرةً .

ج/ لأن التفاعل يسير ببطء كبير وتكون مركبات عرضيه غير مرغوب فيها .

ملاحظات لحل اسئله هيس :

هنالك ثلاث مراحل لحل اسئلة هيس

1- تعين السؤال على هيس ونعرف ا السؤال يخص هيس (اذا اعطى اكثر من معادلة معلومة ΔH_ro او اذا قال حل باستخدام قانون هيس او يعطي انثالبيات احتراق بالسؤال)

2- يجب توفر اكثر من معادلة معلومة ΔH_ro ومعادلة مجهولة ΔH_ro (اما هو يعطي المعادلات جاهزه او نحن نكون معادلات تكوين او احتراق او تغيرات فيزيائية)

3- نحل بطريقة (المسواك) مع مراعاة نستخدم جميع المعادلات معلومة ΔH_ro والمعادلة المعلومة ΔH_ro تستخدم مرة واحده فقطمع مراعاة

الخلاصة :

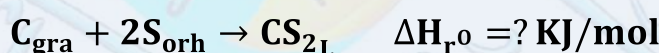
هنا اتخيل نفسك رايح للسوك وعندك قائمة مسواك (الحجية دازتك للسوك) على ان:

المعادلة الهدف ⇐ هي قائمة المسواك

المعادلة المعلومه ΔH_ro ⇐ هي البضاعة بالسوك .

نأخذ مثال توضيحي حتى تفتهم .

مثال توضيحي اجاك سؤال كالك احسب ΔH_ro للمعادلة الاتية



$$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2_L} \quad \Delta H_r o = ?\ KJ/mol$$

اذا علمت ان :

1. $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} \quad \Delta H_r o = -394\ KJ/mol$
2. $S_{rho} + O_{2_g} \rightarrow SO_{2_g} \quad \Delta H_r o = -296\ KJ/mol$
3. $CS_{2_L} + 3O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} + 2\,SO_{2_g} \quad \Delta H_r o = -\ 1072\ KJ/mol$

اشلون نحل تعال أنشوف :

لو تباوع على المعادلة الهدف (مجهولة ΔH_ro) الي هيه قائمة المسواك راح تعرف لازم نتسوك (2S) بالمتفاعلات و (C_{gra}) بالمتفاعلات و (CS_{2_L}) بالنواتج . بس السعر مجهول ما تعرفة الي هو يمثل (ΔH_ro). اول مادخلت للأسواق ابو الاسواق يعرضلك بضاعته (المعادلات معلومة ال ΔH_ro) انت تلزم القائمة مالتك وتكوله أريد (C_{gra}) و ($2S_{rho}$) بالمتفاعلات و (CS_{2_L}) بالنواتج وشكد السعر يصير ΔH_ro هو راح يشوفك بضاعته (المعادلات ال 3 معلومهΔH_ro) يقدملك المعادلة الاولى بيها C_{gra} بالمتفاعلات ومول واحد وسعرها معلوم كله اوك اخذه لأن اني اريد C_{gra} بالمتفاعلات ومول واحد هسه اشترينه C_{gra} .تكله المعادلة الاولى تبقى كما هي .يبقه عدنه نتسوك $2S_{rho}$ يقدملك المعادلة الثانية (بعد المعادله الاولى ماتفيدنشمرهه) انته تكله يابه اريد $2S_{rho}$ بالمتفاعلات يكلك عندي S_{rho} بس مول واحد بالمتفاعلات كله اضربه في اثنين (السعر = ΔH_ro) هم نضربه .

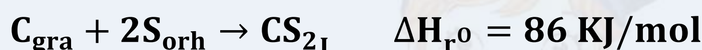
اذا المعادلة اثنين تضرب في اثنين . هسه اشترينه (C_{gra} و ($2S_{rho}$) . تبقى عدنه (CS_{2_L}) كله اريد (CS_{2_L})مول واحد بالنواتج هو يقدملك المعادلة رقم 3 يكلك عندي (CS_{2_L}) بس بالمتفاعلات كله اكلب المعادلة اذ تقلب المعادلة الثالثه (وتتذكر السعر (ΔH_{r^o} هم تنقلب اشارته .

هسه نجي نشوف شمهلنة

المعادلة الاولى تبقى كما هي المعادلة الثانية تضرب * 2 والمعادلة الثالثة تقلب .

1. $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $2S_{rho} + 2O_{2_g} \rightarrow 2SO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -592\ KJ/mol$
3. $CO_{2_g} + 2\ SO_{2_g} \rightarrow \ CS_{2_L} + 3O_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = +\ 1072\ KJ/mol$

هسه نبدي نجمع المعادلات وسعرهن حت نطلع المعادلة المجهولة وسعرها



$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2_L} \quad \Delta H_{r^o} = 86\ KJ/mol$

ملاحظات

1- المراد هو حساب ΔH_{r^o} للمعادلة الهدف (المجهولة) .
2- استخدام كافة المعادلات المعلومة ΔH_{r^o} (المعطاة) ولا نترك واحدة
3- المعادلة المعلومة ΔH_{r^o} تستخدم مرة واحدة فقط
4- في حال لم يعطيك معادلات معلومة تستطيع الحصول عليها من منطوق السؤال وعمل معادلات تكوين او احتراق او تفكك كما تعلمنا سابقاً
5- تستطيع التأكد من ان حلك صحيح يجب ان يكون مجموع المعادلات معلومة ΔH_{r^o} يساوي المعادلة الهدف (مجهولة ΔH_{r^o})

مثال 7-1 احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_{2_L} من عناصره الاساسيه باثبت صوره
$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2_L} \quad \Delta H_{F^o} = ?\ KJ/mol$ اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

1. $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $S_{rho} + O_{2_g} \rightarrow SO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -296\ KJ/mol$
3. $CS_{2_L} + 3O_{2_g} \rightarrow \ CO_{2_g} + 2\ SO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -\ 1072\ KJ/mol$

الحل / المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) نضرب في 2 والمعادلة (3) تقلب

1. $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $2S_{rho} + 2O_{2_g} \rightarrow 2SO_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = -592\ KJ/mol$
3. $CO_{2_g} + 2\ SO_{2_g} \rightarrow \ CS_{2_L} + 3O_{2_g} \quad \Delta H_{r^o} = +\ 1072\frac{KJ}{mol}$



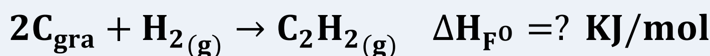
$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2_L} \quad \Delta H_{r^o} = 86\ KJ/mol$

بما ان المتكون مول واحد من CS_{2_L} من عناصره الاساسية في اثبت صورها اذا

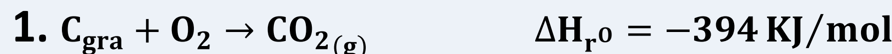
$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 86\ KJ/mol$

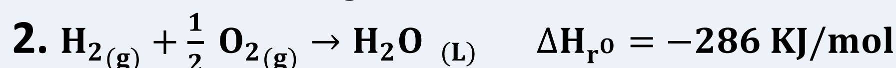
تمرين 8-1

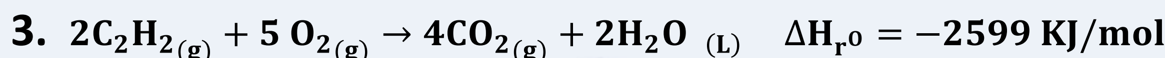
احسب انثالبي التكوين القياسية للاستلين $C_2H_{2(g)}$ من عناصره الاساسية


$$2C_{gra} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H_{F^o} = ?\ KJ/mol$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية


$$1.\ C_{gra} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$$

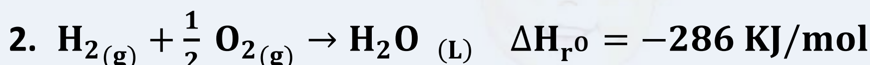

$$2.\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{\ (L)} \quad \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$$

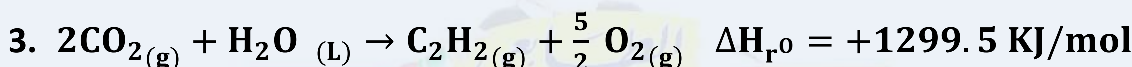

$$3.\ 2C_2H_{2(g)} + 5\ O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{\ (L)} \quad \Delta H_{r^o} = -2599\ KJ/mol$$

الحل //

معادلة (1) تضرب في 2 ومعادلة (2) تبقى كما هي ومعادلة (3) تقلب وتقسم على2


$$1.\ 2C_{gra} + 2O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -788\ KJ/mol$$


$$2.\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{\ (L)} \quad \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$$


$$3.\ 2CO_{2(g)} + H_2O_{\ (L)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}\ O_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = +1299.5\ KJ/mol$$

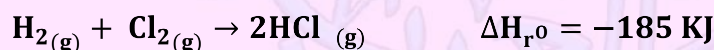

$$2C_{gra} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H_{F^o} = +225.5\ KJ/mol$$

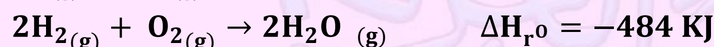
المتكون مول واحد من $C_2H_{2(g)}$ من عنار اساسية باثبت صوره

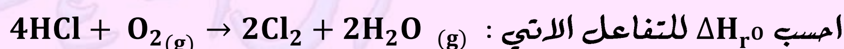
$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 225.5\ KJ/mol$

سؤال 21-1

اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية من المعادلات التالية عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm :


$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{\ (g)} \quad \Delta H_{r^o} = -185\ KJ$$


$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{\ (g)} \quad \Delta H_{r^o} = -484\ KJ$$

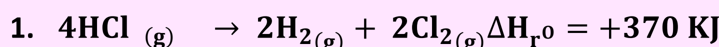

احسب ΔH_{r^o} للتفاعل الاتي : $4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O_{\ (g)}$

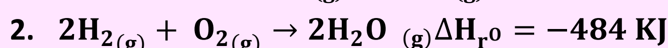
الحل//

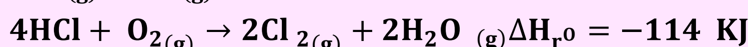
قانون هيس : عند تحويل المتفاعلات فأن التغير في الانثالبي هو نفسه سواء تم بخطو واحده او سلسلة من الخطوات .

- فائدته :- قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر .

المعادلة (1) تضرب * 2 وتقلب والمعادلة (2) تبقى كما هي


$$1.\ 4HCl_{\ (g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = +370\ KJ$$


$$2.\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{\ (g)} \quad \Delta H_{r^o} = -484\ KJ$$


$$4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{\ 2(g)} + 2H_2O_{\ (g)} \quad \Delta H_{r^o} = -114\ KJ$$

سؤال 1-35

اذا علمت ان اثنالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات KJ/mol هي على التوالي (-284 , -286, -727) احسب ΔH_{r^o} بأستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :



$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \quad \Delta H_{r^o} = \ ? \ KJ$$

الحل // نكتب معادلات احتراق الغازات CO , H_2 , CH_3OH كما تعلمنا سابقاً :

1. $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \Delta H_{r^o} = -284\ KJ/mol$
2. $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$
3. $CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = -727/mol\ KJ$

المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) تضرب * 2 والمعادلة (3) تقلب

1. $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \Delta H_{r^o} = -284\ KJ/mol$
2. $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = -572\ KJ/mol$
3. $CO_{2(g)} + 2H_2O\ _{(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \Delta H_{r^o} = +727/mol\ KJ$

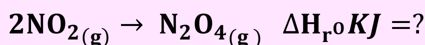
$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \quad \Delta H_{r^o} = \ -129\ \ KJ/mol$$

سؤال 1-22

اذا اعطيت المعادلات الحرارية عند ظروف قياسية

1. $\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)} \Delta H_{r^o} = 33\ KJ$
2. $N_{2(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \Delta H_{r^o} = 11\ KJ$

احسب ΔH_{r^o} للتفاعل



$$2NO_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \quad \Delta H_{r^o} KJ = ?$$

الحل //

معادلة (1) تقلب وتضرب * 2 ومعادلة (2) تبقى كما هي .

1. $2NO_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2\ O_{2(g)} \Delta H_{r^o} = -66\ KJ$
2. $N_{2(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \Delta H_{r^o} = +11\ KJ$

$$2NO_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \Delta H_{r^o} = -55\ KJ$$

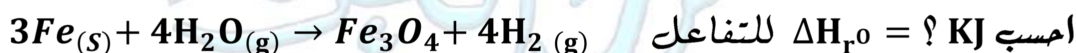
سؤال 1-23

اذا كان لديك المعادلات الكيميائية الحرارية عند الظروف القياسية :

1) $FeO_{(S)} + H_{2(g)} \rightarrow Fe_{(S)} + H_2O\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = 25\ KJ$

2) $3FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(S)} \Delta H_{r^o} = -318\ KJ$

3) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = -242\ KJ$



$$3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_{2\ (g)}$$ احسب $\Delta H_{r^o} = ؟\ KJ$ للتفاعل

الحل | معادلة 1 تقلب وتظرب في 3 ومعادلة 2 تبقى كماهي ومعادلة 3 تقلب

1) $3Fe_{(S)} + 3\ H_2O \rightarrow 3FeO_{(S)} + 3H_{2(g)}\ _{(g)} \Delta H_{r^o} = -75\ KJ$

2) $3FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(S)} \Delta H_{r^o} = -318\ KJ$

3) $H_2O \rightarrow _{(g)}H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \Delta H_{r^o} = +242\ KJ$



$$3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_{2\ (g)} \quad \Delta H_{r^o} = -151\ KJ$$

س واجب// احسب انثالبي التكوين للبنزين اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسي بوحدات KJ / mol لكل من C = -394 و H_2= - 286 ول $C_6H_6 = -3271$



س // جد انثالبي التكوين القياسيه لغاز الايثلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة الأحتراق القياسيه لكل من H_2 و C و C_2H_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol (-1411,-394,-286)

الجواب / +51 KJ/mol

استراحة /// كلماتي

احترك كلبي عليك وصار بي هيس
وهيستك من طرف ماجات بي هيس

ركزوا الفصل الاول ترى بي هيس
وزاري كل سنه ميه بالميه

2- طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية

يمكن استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f o$ للمركبات الكيميائية لحساب $\Delta H_r o$ للتفاعل من خلال تطبيق العلاقة :

$$\Delta H_r o = \sum n\ \Delta H_f o_{(PRODUCTS)} - \sum n\ \Delta H_f o_{(REACTION)}$$

- حيث $\sum$ تعني المجموع و n هي عدد مولات المادة في المعادلة

$\Delta H_r o =$ عدد مولاتها * الناتجة المواد $\Delta H_f o$ مجموع - عدد مولاتها * المتفاعلة المواد$\Delta H_f o$ مجموع

- **ملاحظة** : انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f o$ للعنصر الحر في اثبت صوره يساوي صفر
- **انتبه** : اي عنصر تشوفه بالعادلة حر و في اثبت صوره $\Delta H_f o$ له = صفر
- **ملاحظة**:

نعرف ان السؤال يخص موضوع استخراج $\Delta H_r o$ من قيم $\Delta H_f o$ اذا اعطى في السؤال ($\Delta H_f o$) لمكونات التفاعل اي العناصر والمركبات الداخلة في التفاعل او يعطى $\Delta H_r o$ و $\Delta H_f o$ لأغلب المركبات والعناصر ويطلب $\Delta H_f o$ لعنصر او مركب واحد .

خطوات حل أسئلة حساب $\Delta H_r o$ باستخدام قيم $\Delta H_f o$

1- نكتب المعادلة المعطاة والمراد حساب $\Delta H_r o$ لها ونكتب قيم $\Delta H_f o$لكل عنصر تحته في المعادلة و نظرب قيمة $\Delta H_f o$ لكل مادة في عدد مولاتها ثم نجمع حاصل الظرب للنواتج على حدة وحاصل الظرب للمتفاعلات على حده

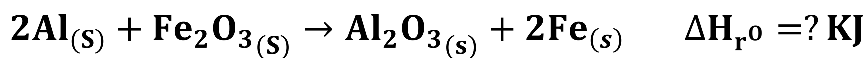
2- كتابة القانون $\Delta H_r o = \sum n\ \Delta H_f o_{(P)} - \sum n\ \Delta H_f o_{(R)}$ ونطرح مجموع النواتج ناقص مجموع المتفاعلات

استراحة /// كلماتي

عليه انت وزماني ليش مجموع
طرحتوني وجنت ياحيف مجموع
اذا حليت مرة ابقانون مجموع
سهل مابي ابد لوفة قويه

مثال 1-8

يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الألمنيوم و اوكسيد الحديد (III) كما الاتي :



$$2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(s)} \qquad \Delta H_{r^o} = ?\ KJ$$

احسب انثالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان :

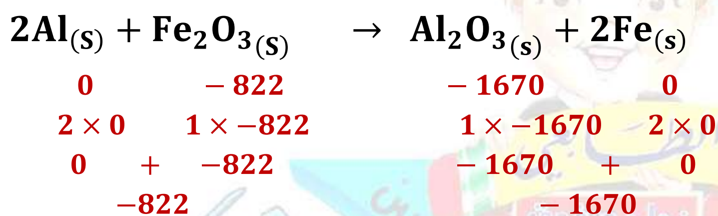
1- $\Delta H_{f^o(Al_2O_3)} = -1670\ KJ/mol$

2- $\Delta H_{f^o(Fe_2O_3)} = -822\ KJ/mol$

....

الحل/

$$2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(s)}$$



0	-822	-1670	0
2×0	1×-822	1×-1670	2×0
0 +	-822	-1670 +	0
	-822	-1670	

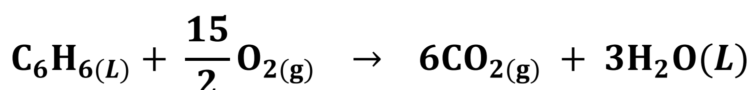
$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = [-1670] + [822] = -848\ KJ$$

تمرين 1-9

يحترق البنزين في الهواء ليعطي غاز CO_2 وسائل الماء احسب ΔH_{r^o} لهذا التفاعل اذا علمت $\Delta H_{f^o(C_6H_6)} = 49\ KJ/mol$ و $\Delta H_{f^o(CO_2)} = -394\ KJ/mol$ و $\Delta H_{f^o(H_2O)} = -286\ KJ/mol$

الحل //

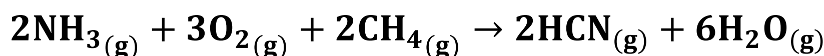


$$C_6H_{6(L)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O(L)$$

1×49	$\frac{15}{2}\times 0$	6×-394	3×-286
49 +	0	-2364 +	-858
49		-3222	

- $\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o(R)}$

  $\Delta H_{r^o} = [-3222] - [49] = -3271\ KJ$



سؤال 1-25

احسب ΔH_{r^o} عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm

$$2NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} + 2CH_{4(g)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

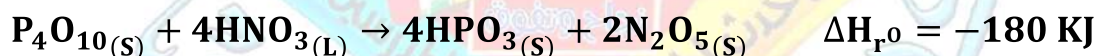
اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$\Delta H_{f^o(NH_3)} = -46\ KJ/mol \quad , \quad \Delta H_{f^o(CH_4)} = -75\ KJ/mol$$

$$\Delta H_{f^o(HCN)} = 135\ KJ/mol \quad , \quad \Delta H_{f^o(H_2O)} = -242\ KJ/mol$$

الحل/ واجب

ج $\Delta H_{r^o} = -940\ KJ$



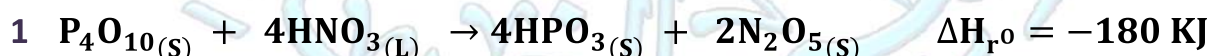
سؤال 1-26

احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(S)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$P_4O_{10(S)} + 4HNO_{3(L)} \rightarrow 4HPO_{3(S)} + 2N_2O_{5(S)} \qquad \Delta H_{r^o} = -180\ KJ$$

$$\Delta H_{f^o(P_4O_{10})} = -2984\ KJ/mol \quad , \quad \Delta H_{f^o(HNO_3)} = -174\ KJ/mol$$

$$\Delta H_{f^o(N_2O_5)} = -43\ KJ/mol$$



الحل //

1 $P_4O_{10(S)} + 4HNO_{3(L)} \rightarrow 4HPO_{3(S)} + 2N_2O_{5(S)} \qquad \Delta H_{r^o} = -180\ KJ$

$1\times -2984 \qquad 4\times -174 \qquad 4\times \Delta H_{f^o(HPO_3)} \qquad 2\times -43$

$-2984 + -696 \qquad 4\Delta H_{f^o(HPO_3)} + -86$

$-3680 \qquad 4\Delta H_{f^o(HPO_3)} + -86$

2 $\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o(R)}$

$-180\ KJ = 4\Delta H_{f^o(HPO_3)} - 86 - (-3680)$

3 $-180\ KJ = 4\Delta H_{f^o(HPO_3)} - 86 + 3680$

$4\,\Delta H_{f^o(HPO_3)} = -3594 - 180$

$\Delta H_{f^o(HPO_3)} = -\dfrac{3774}{4} = -943.5\ KJ/mol$

سؤال 1-19

في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستيلين $MC_2H_2 = 26\ g/mol$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثه نتيجة الاحتراق تساوي 130KJ احسب انثالبية التكوين القياسي للاستلين

اذا علمت ان $\Delta H_{f^o\,(H_2O)} = -286\ KJ/mol$, $\Delta H_{f^o\,(CO_2)} = -393.5\ KJ/mol$

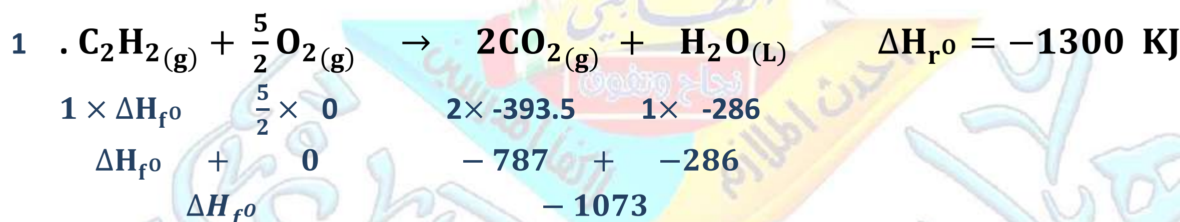
....

الحل //هنا اعطي q_{KJ} للمسعر نجد عدد مولات المادة الداخلة في المسعر لايجاد $q_{\frac{KJ}{moll}}$ والتي تساوي ΔH_{r^o} (ماتنسى نعطي اشاره سالبة ل q

$$n_{mol} = \frac{m_g}{M_{g/mol}} = \frac{2.6g}{26\ g/mol} = 0.1\ mol$$

$$q_{KJ/mol} = \frac{q_{KJ}}{n_{mol}} = \frac{-130KJ}{0.1\ mol} = -1300\ KJ/\ mol$$

نكتب معادلة احتراق الاستيلين مع كمية وافرة من الاوكسجين



1 . $C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_{r^o} = -1300\ KJ$

$1 \times \Delta H_{f^o} \qquad \frac{5}{2} \times 0 \qquad 2\times -393.5 \qquad 1\times -286$

$\Delta H_{f^o} \quad + \quad 0 \qquad -787 \quad + \quad -286$

$\Delta H_{f^o} \qquad\qquad -1073$

2 $\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o\,(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o\,(R)}$

$-1300\ KJ = -1073 - \left[\Delta H_{f^o\,(C_2H_2)}\right]$

$\Delta H_{f^o\,(C_2H_2)} = -1073 + 1300 = 227\ KJ/mol$

14-1

العمليات التلقائية

هي العمليات فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون اي تأثير خارجي مثل سقوط الماء من الشلال

بعض الامثلة على العمليات التلقائية

1- سقوط الماء من اعلى الشلال تقائي ولكن صعوده مستحيل
2- ذوبان قطعة السكر في كوب قهوه تلقائيا ولكنه لا يتجمد تلقائياً الى شكلة الابتدائي
3- انجماد الماء تلقائيا تحت 0°C وينصهر الجليد فوق 0°C
4- يصدأ الحديد تلقائياً عند تعرضه للهواء والرطوبة ولكن عودة الصدأ الى حديد لا يكون تلقائياً
5- يتمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء .

- **ملاحظة:**
هنالك عمليات باعثة وماصة قد تكون تلقائية او غير تلقائية ولمعرفة هذا التوقع نحتاج الى دالة جديده تسمى الانتروبي .
- علل / ما هو سبب حدوث التفاعلات التلقائية ؟
ج/ بسبب حصول انخفاض في طاقة النظام الكلية اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام .

15-1

الانتروبي

من اجل التنبؤ بتلقائية عملية ما نحتاج الى ادخال دالة حالة تسمى الانتروبي

- **الانتروبي** : هي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللا انتظام للنظام الثرموداينمكي ويرمز لها بالرمز S
- لا يمكن قياس دالة S ولكن يمكن قياس التغير فيها : $\Delta S = S_2 - S_1$
- **علل ||** تقود العمليات التي تجري في المحلول دائما الى زيادة الانتروبي (وزاري)
- **الجواب** : بسبب تكسر النظام الهيكلي للمذاب وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للمذيب وعليه يكون المحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معا

ملاحظات

1- الانتروبي = مقياس اللاانتظام = مقياس العشوائية

2- انتروبي الحالة الغازية اكبر من انتروبي الحالة السائله واكبر من انتروبي الحالة الصلبة

ΔS صلب < ΔS سائل < ΔS غاز

3-

زيادة العشوائية $\Delta S = +$	نقصان العشوائية $\Delta S = -$
التسخين يزيد العشوائية زيادة درجة الحرارة تزيد العشوائية زيادة المساحة السطحية يزيد العشوائية التفكك يزيد العشوائية الانصهار والتسامي والتبخر يزيد من العشوائية نقصان الضغط يزيد العشوائية زيادة عدد المولات تزيد العشوائية	التبريد يقلل العشوائية نقصان درجة الحرارة تقلل العشوائية نقصان المساحة السطحية تقلل العشوائية الاتحاد نقصان بالعشوائية الانجماد و التكثيف يقللان من العشوائية زيادة الضغط تقلل العشوائية نقصان عدد المولات تقلل العشوائية

- لازم تعرف العشوائية هي نفسها الي عايشها انته يعني من تقلل الضغط على اخوك الزغير تزداد حركاته العشوائية من تضغط عليه تقلل عشوائية ...اي شيء يزداد حجمه تزداد العشوائية والعكس صحيح. اي شيء تفككه تزداد العشوائية الاتحاد يقلل العشوائية .بالنسبة للصلب والسائل والغاز. مثلا عندك قطعة ثلج صلب تكدر تكمشه بيدك وتشيله بينما من يتحول الى سائل صعب تكدر تسيطر عليه واذا صار غاز سلملي علي.. حتى بعد ماتنسى شوكت تقل او تزيد العشوائية قارنه مع الواقع .

4-

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ يعني زيادة بالعشوائية

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ يعني نقصان بالعشوائية

استراحه ///// كلماتي

يصاح اشبيك صاير لانظامي   لاجوعات لاجلك لاني ضامي

ترى النظام يصبح لانظامي   اذا زدات درجة العشوائيه

مثال1-9

تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية

أ- تجمد الكحول ج//

$$\text{سائل} \xrightarrow{\text{انجماد}} \text{صلب}$$

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ نقصان بالعشوائية

ب- تبخر سائل البروم ج//

$$\text{سائل} \xrightarrow{\text{تبخر}} \text{غاز}$$

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ زيادة بالعشوائية

ت- ذوبان الكلوكوز في الماء ج//

$$\text{صلب} \xrightarrow{\text{ذوبان}} \text{سائل}$$

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ يعني زيادة بالعشوائية

ث- تبريد غاز النتروجين من 80°C الى 20°C ج//

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ يعني نقصان بالعشوائية

تمرين 1-10

كيف تتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية

أ- تكثف بخار الماء

ج/ $\text{غاز} \xrightarrow{\text{تكثف}} \text{سائل}$

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ب- تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع

ج/ $\text{سائل} \xrightarrow{\text{تبلور}} \text{صلب}$

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ت- تسخين غاز H_2 من 20°C الى 80°C

ج// التسخين يزيد من الطاقة الحركية لـ H_2 اي يزيد من العشوائية اي يزيد الانتروبي

ث- تسامي اليود الصلب

ج/ $\text{صلب} \xrightarrow{\text{تسامي}} \text{غاز}$

تزداد العشوائية اي تزداد الانتروبي

سؤال 1-28

ماذا تعني العمليات التلقائية وضح ذلك ثم اعطي مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير تلقائية ؟

الحل || العمليات التلقائية :- هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي .

- العمليات التلقائية مثل : سقوط الماء من اعلى الشلال وانجماد الماء النقي تحت 0°C
- العمليات الغير تلقائية مثل : تسلق قمة الجبل و صعود الماء الى اعلى الشلال

سؤال 1-29

اي من العمليات الاتية تلقائية وأيها غير تلقائية ؟

1- ذوبان ملح الطعام ج// عملية تلقائية
2- تسلق قمة ايفريست ج// عملية غير تلقائية
3- انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر ج// عملية تلقائية
4- فصل الهليوم والنيون من مزيج من الغازات ج// عملية غير تلقائية .

سؤال | 1-30 عرف الانتروبي وماهي وحداتها ؟

الحل // الانتروبي :-هي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس اللانظام للنظام الثرموداينميكي ويرمز لها بالرمز S وحداتها J/K. mol

علل/ انتروبي الغاز اكبر من انتروبي السائل والسائل اكبر من انتروبي الصلب

الجواب / لأن طاقة التشتت في الحالة الغازيه اكبر من السائلة حيث تكون جزيئات الغاز اقل انتظاما مما في السائل وطاقة التشتت في الحالة السائلة اكبر من الحالة الصلبة حيث تكون جزيئات السائل اقل انتظاما مما في الصلب

علل / التسخين يزيد من (الانتروبي) العشوائية

الجواب/ لان التسخين يقود الى زيادة في الحركات الانتقالية للجزيئات وزيادة في الحركات الدورانية والاهتزازيه

علل | تكون قيمة ΔS لتسامي المواد الصلبة اكبر من صفر

الجواب/ لان ذرات الحاله الصلبة تكون في تجاذب قوي و منتظمة بنظام هيكلي وعند التسامي تتحرك خارج النظام الهيكلي ممايزيد عشوائيتها

علل/ تقود عملية التبخر الى زيادة بالانتروبي

الجواب/ لأن الجزيئات في حالة التبخر تتحرك خارج النظام الهيكلي مما يزيد العشوائية

علل/ تقود عمليات الانصهار الى زيادة في الانتروبي

الجواب/ لان الذرات عند الانصهار تتحرك خارج الشبكه البلورية بعد ان كانت في مواقع ثابته مما يزيد عشوائيتها حيث يتحول من طور النظام الى اللانظام

علل/ تقود العمليات التي تجري في المحلول دائما الى زيادة في الانتروبي

الجواب/ بسبب تكسر النظام الهيكلي للمذاب وكذلك النظام الهيكلي للمذيب وعليه يكون المحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معاً

حسابات الانتروبي القياسية لتفاعلات الكيميائية

لايمكن حساب القيمة المطلقة للأنتروبي S^0 لذلك يمكن استخدامها في قياس التغير في الانتروبي ΔS_r^0 للتفاعل من خلال :

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(PRODUCTS)} - \sum nS^0_{(REACTION\ )}$$

حيث S^0 هي انتروبية المواد الداخلة في التفاعل و n عدد مولات المواد الداخلة في التفاعل اما ($\sum$) فتعني مجموع .

- انتبه :- هنا S^0 للعناصرة الحرة لا تساوي صفر
- انتبه :- لحساب ΔS_r^0 نتبع نفس خطوات حساب ΔH_r^0 من انثالبيات التكوين القياسية

حيث يمكن حساب ΔS_r^0 للتفاعل : $aA + bB \rightarrow gG + hH$

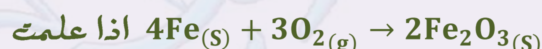
تقاس ΔS_r^0 بوحدات $\Delta S_r^0 = J/K.mol$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R\ )}$$

$$\Delta S_r^0 = [g * S_G^0 + h * S_H^0] - [a * S_A^0 + b * S_B^0]$$

تمرين 11-1

احسب التغير في الانتروبي المطلقة ΔS_r^0 للتفاعل التالي عند الظرف القياسية $25°C$ وضغط 1atm

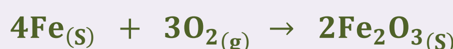


$4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(S)}$ اذا علمت

$S^0_{(Fe_2O3)} = 87\ J/K.mol$, $S^0_{(Fe)} = 27\ J/K.mol$

$S^0_{(O_2)} = 205\ J/K.mol$

الحل //



$4Fe_{(S)} \quad + \quad 3O_{2(g)} \quad \rightarrow \quad 2Fe_2O_{3(S)}$

$4 \times 27 \qquad 3 \times 205 \qquad 2 \times 87$

$108 \quad + \quad 615 \qquad 174$

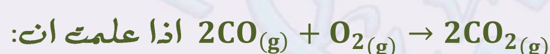
$723 \qquad 174$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R\ )}$$

$$\Delta S_r^0 = [174] - [723] = -549 \quad J/K.mol$$

مثال 10-1

احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r^0 للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25°C$

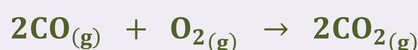


$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ اذا علمت ان:

$S^0_{(CO)} = 198\ J/K.mol$

$S^0_{(CO_2)} = 214\ J/K.mol$ $S^0_{(O_2)} = 205\ J/K.mol$

الحل //



$2CO_{(g)} \quad + \quad O_{2(g)} \quad \rightarrow \quad 2CO_{2(g)}$

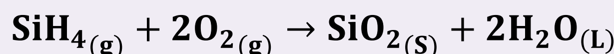
$2 \times 198 \qquad 1 \times 205 \qquad 2 \times 214$

$396 \quad + \quad 205 \qquad 428$

$601 \qquad 428$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R\ )}$$

$$\Delta S_r^0 = 428 - 601 = -173 \quad J/K.mol$$



سؤال 1-32

احسب ΔS_r^0 للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow SiO_{2(S)} + 2H_2O_{(L)}$$

اذا علمت ان

$$S^0_{(SiH_4)} = 206 \ \ J/K.mol \qquad S^0_{(SiO_2)} = 42 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(H_2O)} = 70\, J/K.mol \qquad S^0_{(O_2)} = 205 \ \ J/K.mol$$

الحل //

واجب / ج $\Delta S_r^0 = -434 \ J/K.mol$

سؤال 1-33

اذا علمت ان قيمة ΔS_r^0 للتفاعل التالي تساوي $137\, J/K.mol$ عند حرارة 25°C وضغط 1atm وان قيمة $S^0_{(O_2)} = 205 \ \ J/K.mol$ احسب قيمة $S^0_{(O_3)}$ للاوزون)

$$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$$

الحل //



$$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$$

$2 \times S^0_{(O_3)}$ $\qquad$ 3×205

$2S^0_{(O_3)}$ $\qquad$ 615



$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$137 = [615] - [2S^0_{(O_3)}]$$
$$2S^0_{(O_3)} = 615 - 137$$
$$2S^0_{(O_3)} = 478$$
$$S^0_{(O_3)} = \frac{478}{2} = 239 \quad J/K.mol$$

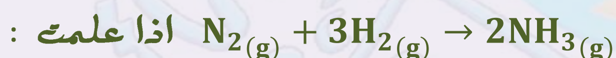
سؤال 1-27

احسب ΔS_r^0 للتفاعل الاتي في الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm

اذا علمت : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

$$S^0_{(H_2)} = 131 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(NH3)} = 193 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(N_2)} = 192 \ \ J/K.mol$$

الحل /

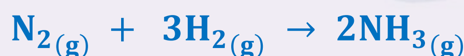


$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

1×192 $\quad$ 3×131 $\quad$ 2×193

$192 + 393$ $\qquad$ 386

585 $\qquad$ 386



$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = 386 - 585$$
$$\Delta S_r^0 = -199 \ J/K.mol$$

16-1

طاقة كبس الحرة ΔG

وجد العالم كبس علاقة تربط الانثالبي(H) والانتروبي (S) تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل ::
بثبوت الحرارة و الضغط $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

طاقة كبس الحرة :-
هي دالة حالة ثرموداينميكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي والانتروبي

سؤال 1-2
ماهي وحدات الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة بالوحدات الدولية ؟
....
الانثالبي KJ/mol و الانتروبي $J/K.mol$ و طاقة كبس الحرة KJ/mol

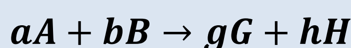
ملاحظات

1) $\Delta G > 0$ يعني قيمة (+) موجبة = ΔG يعني التفاعل غير تلقائي
2) $\Delta G < 0$ يعني قيمة (−) سالبة = ΔG يعني التفاعل تلقائي
3) $\Delta G = 0$ يعني التفاعل في حالة اتزان .

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل ΔG_r^0

يمكن قياس ΔG_r^0 بنفس الطريقة التي يقاس بها ΔS_r^0 و ΔH_r^0

حيث تساوي مجموع ΔG_f^0 للنواتج − مجموع ΔG_f^0 للمتفاعلات



$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

$$aA + bB \rightarrow gG + hH$$

يقاس ΔG_r^0 لهذا التفاعل حسب العلاقة

$$\Delta G_r^0 = [g * \Delta G_{f(G)}^0 + h * \Delta G_{f(H)}^0] - [a * \Delta G_{f(A)}^0 + b * \Delta G_{f(B)}^0]$$

سؤال 1-34

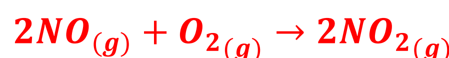
عرف طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية ΔG_f^0 وماهي وحداتها ؟

الجواب / هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مادة من عناصرها الاساسية بأثبت صورة عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm وحداتها $\Delta G_f^0 = KJ/mol$

- ملاحظة // طاقة كبس الحرة للتكوين القاسية ΔG_f^0 للعناصر في اثبت صورها تساوي صفر

تمرين 1-12

جد قيمة ΔG_r^0 للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm بين هل ان التفاعل تلقائي ام لا ؟



$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

اذا علمت ان : $\Delta G_{f\,(NO_2)}^0 = 52\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(NO)}^0 = 87\ KJ/mol$

الحل /



$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

2 × 87	1 × 0	2 × 52
174 +	0	104
174		104

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

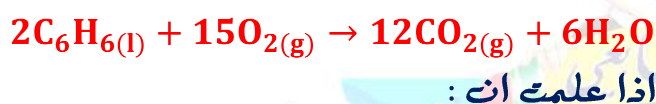
$$\Delta G_r^0 = [104] - [174]$$

$$\Delta G_r^0 = -70\ KJ/mol$$

بما انه القيمة سالبة اذا التفاعل تلقائي .

مثال 1-11

احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ثم بين هل يجري التفاعل بصورة تلقائية ام لا عند هذه الظروف



$$2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O$$

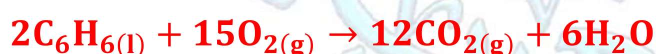
اذا علمت ان :

$\Delta G_{f\,(C_6H_6)}^0 = 173\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(CO_2)}^0 = -394\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(H_2O)}^0 = -237\ KJ/mol$

الحل //



$$2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O$$

2 × 173	15 × 0	12 × −394	6 × −237
346 +	0	− 4728 +	−1422
346		− 6150	

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

$$\Delta G_r^0 = [-6150] - [346]$$

$$= -6496\ KJ/mol$$

بما ان القيمة سالبة اذاً التفاعل تلقائي

ملاحظات قبل الدخول الى الاسئلة التي تجمع $\Delta H_r^o, \Delta G_r^o$ و ΔS_r^o

1- انثالبي التفاعل ΔH_r^o نستخرجه من

أ- من المسعر $q_{KJ/mol} = \Delta H_{r^o}$

ب_ من مجموع انثالبيات التكوين ΔH_f^o

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\ \Delta H_{f^o}{}_{(PRODUCTS)} - \sum n\ \Delta H_{f^o}{}_{(REACTION)}$$

ج- علاقة كبس الحره $\Delta H_{r^o} = \Delta G + T\Delta S$

خ- $\Delta H_r^o = \Delta H_f^o$ اذا كان المتكون مول واحد من مركب من عناصره اساسية في اثبت صوره

و- $\Delta H_r^o = \Delta H_C^o$ اذا كان الحترق مول واحد مع كمية وافره من الاوكسجين

ه- من قانون هيس

2- التغير في الانتروبي ΔS_r^o للتفاعل نستخرجه من

أ- علاقة كبس $\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$

ب_ مجموع الانتروبي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

3- طاقة كبس الحرة يمكن ان نستخرجها من

أ- علاقة كبس $\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

ب_ مجموع طاقات كبس الحره للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$$

ملاحظة مهمة :-

اذا طلب في السؤال ΔG_r^0 ولم يعطي ΔG_f^0 لكل مركب او عنصر هنا يجب ان يعطي ΔS_r^o او طريق يوصلنا اليها (نجدها من مجموع الانتروبي S^0) ويجب ان يعطي ΔH_{r^o} او طريق يوصلنا لل ΔH_{r^o} مثل ΔH_{f^o} ثم نطبق علاقة كبس لايجاد المجهول الرئيسي

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

ملاحظة مهمة : ΔS_r^o في علاقة كبس تحول الى $KJ|K.mol$ و $T_k = t_{^\circ C} + 273$

مثال 12-1 / للتفاعل الاتي $C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H2O_{(l)}$ بالاستعانه بالمعلومات الاتية -

المادة	ΔH_f^O KJ/mol	S^O $J/K.mol$
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

احسب : 1- ΔH_r^O 2- ΔS_r^O 3- ΔG_r^o عند الظروف القاسية للتفاعل

الحل/ 1- حساب ΔH_r^O



$$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H2O_{(l)}$$

1×-278 3×0 2×-394 3×-286

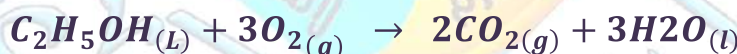
$-278 + 0$ $-788 + -858$

-278 -1646

- $\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o(R)}$

$\Delta H_{r^o} = [-1646] - [-278] = -1368\ KJ/mol$

2- حساب ΔS_r^O



$$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H2O_{(l)}$$

1×161 3×205 2×214 3×70

$161 + 615$ $428 + 210$

776 638

- $\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$

$\Delta S_r^0 = [638] - [776] = -138\ J/K.mol$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = -\frac{138\,J/K.mol}{1000} = -0.138\,KJ/K.mol$$

3- حساب ΔG_r^o

في الظروف القياسية ⇐ $T_{°C} = 25°C$ $T_K = 25 + 273 = 298K$

$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

$\Delta G_r^o = -1368\ (KJ/mol) - (298\ K * -0.138\ (KJ/K.mol))$

$$\Delta G_r^o = -1327\ KJ/mol$$

تمرين 13-1

احسب ΔG_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm



$$C_5H_{12(L)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$$

حيث تم حساب ΔH_{r^o} للتفاعل من قيم انثالبي التكوين وكانت تساوي $\Delta H_{r^o} = -3536\ KJ/mol$ وكذلك تم حساب ΔS_{r^o} وكانت تساوي $\Delta S_{r^o} = 374\ J/K.mol$

....

الحل // نحول وحدات ΔS_{r^o} الى $KJ/K.mol$

$$\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{374\ J/K.mol}{1000\ J/KJ} = 0.374\ KJ/K.mol$$

الحرارة في الظروف القياسية 25°C نحولها الى K $\quad T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = -3536\ (KJ/mol) - \ (298\ K \ * \ 0.374\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = -3536\ KJ/mol \quad - \quad 111.452\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = -3647.452\ KJ/mol$$

....

تمرين 14-1

اذا كان لدينا التفاعل الاتي $HCOOH_{(L)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$ فأذا كانت قيمة ΔH_{r^o} للتفاعل تساوي $16\ KJ/mol$ والتغير في الانتروبي ΔS_{r^o} يساوي $234\ J/K.mol$ احسب قيمة ΔG_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ؟ وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟

الحل // واجب $\quad$ ج/ $\Delta G_r^o = -53.7\ KJ/mol$ بما ان قيمة سالبة فأن التفاعل تلقائي

سؤال 15-1 | جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري في الظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$\Delta H_f^O(CO) = -110.5\,KJ/mol \quad \Delta H_f^O(CO_2) = -393.5\ KJ/mol$$

$$S^O(O_2) = 205\ J/K.mol \quad S^O(CO) = 198\ J/K.mol \quad S^O(CO_2) = 214\ J/K.mol$$

الحل // نجد كل من ΔH_{r^o}, ΔS_{r^o} ثم نجد ΔG_r^o

1 – حساب ΔH_r^O

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$$

$2 \times -110.5 \quad 1 \times 0 \quad 2 \times -394$

$-221 \quad + \quad 0 \quad -788$

$-221 \quad -788$

- $\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(R)}$

$\Delta H_{r^o} = [-787] - [-221] = -566\ KJ/mol$

2 – حساب ΔS_r^O

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$$

$2 \times 198 \quad 1 \times 205 \quad 2 \times 214$

$396 \quad + \quad 205 \quad 428$

$601 \quad 428$

- $\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$
- $\Delta S_r^0 = 428 - 601 = -173\ J/K.mol$

3 – حساب ΔG_r^o

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = -\frac{173\,J/K.mol}{1000} = -0.173\,KJ/K.mol$$

الحرارة في الظروف القياسية ⟸ $T_{°C} = 25\ °C \quad T_K = 273 + 25 = 298K$

$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

$\Delta G_r^o = -566(KJ/mol) - (298\,K \ * \ -0.173\ (KJ/K.mol)$

$\Delta G_r^o = -566 - (-51.554\,KJ/mol)$

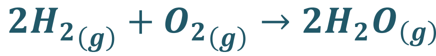
$\Delta G_r^o = -514.4\ KJ/mol$

قيمة ΔG_r^o سالبة ∴ التفاعل تلقائي

سؤال 31-1

للتفاعل التالي $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة ΔS^0_r للتفاعل بوحدات $J/K.mol$
علما ان: $\Delta G^o_f(H_2O) = -228\ KJ/mol$ $\Delta H^o_f(H_2O) = -242\ KJ/mol$

الحل / نجد , ΔH^o_r ثم ΔG^o_r ثم نجد ΔS^o_r :



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

2×0 1×0 2×-242

0 -484

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o\,(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o\,(R)}$$
$$\Delta H_{r^o} = [-484] - [0] = -484\ KJ/mol$$



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

2×0 1×0 2×-228

0 -456

$$\Delta G_{r^o} = \sum n\,\Delta G_{f^o\,(P)} - \sum n\,\Delta G_{f^o\,(R)}$$
$$\Delta G_{r^o} = [-456] - [0] = -456\ KJ/mol$$

الحرارة في الظروف القياسية $\Leftarrow$ $T_{°C} = 25\ °C$ $T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G^o_r = \Delta H^o_r - T\Delta S^o_r$$
$$T\Delta S^o_r = \Delta H^o_r - \Delta G^o_r$$
$$\Delta S^o_r = \frac{\Delta H^o_r - \Delta G^o_r}{T} = \frac{-484 - (-456)}{298K} = -0.094\ \ KJ/K.mol$$

كما قلنا سابقا ان ΔS^o_r في معادلة كبس تكون بوحدات $KJ/K.mol$ لكن في السؤال طلبها بوحدة $J/K.mol$

$$\Delta S^o_r\ J/K.mol = -0.094\ \ KJ/K.mol * 1000\ J/KJ$$
$$\Delta S^o_r\ J/K.mol = -94\ J/K.mol$$

ملاحظة :

في بعض الاسئلة يطلب درجة الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي لحل هذا النوع من المسائل

نتبع الخطوات الاتية :

1- نحول ΔS الى وحدات $KJ/K.mol$

2- نجد T الحرارة من العلاقه $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ حيث T تمثل حرارة الاتزان

3- أ اذا كان قيمة ΔH , موجبة التفاعل ماص نقول :

«لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج تسخين اكثر من حرارة الاتزان»

ب اذا كانت قيمة ΔH , سالبة التفاعل باعث نقول :

« لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد أقل من حرارة الاتزان »

للتذكير ΔS في معادلة كبس بوحدة $KJ/K.mol$

... ...

سؤال 1-36

جد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية اذا علمت ان قيم $\Delta S \Delta H$ لها :

- التفاعل A $\Delta H = 126\ KJ/mol$ $\Delta S = 48\ J/K.mol$
- التفاعل B $\Delta H = -12\ KJ/mol$ $\Delta S = -105\ J/K.mol$

....

الحل //

- التفاعل A

1- $\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{48J/K.mol}{1000} = 0.048\ KJ/K.mol$

2- $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$T = \frac{126\ KJ/mol}{0.048\ KJ/K.mol} = 2625\ K$

3- بما ان قيمة ΔH , موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تسخين اكثر من $2625\ K$

- التفاعل B

1) $\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{-105J/K.mol}{1000} = -0.105\ KJ/K.mol$

2) $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$T = \frac{-12\ KJ/mol}{-0.105\ KJ/K.mol} = 114.3\ K$

3) بما ان قيمة ΔH, سالبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد اقل من $114.3\ K$

سؤال 37-1

من قيم $\Delta S \Delta H$, تنبأ اي من التفاعلين سيكون تلقائي عند حرارة 25°C وضغط 1atm

- التفاعل A $\Delta H = 11\,KJ/mol$ $\Delta S = 30\ J/K.mol$
- التفاعل B $\Delta H = 2\,KJ/mol$ $\Delta S = 113\,J/K.mol$

اذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائيا عند حرارة 25°C وضغط 1atm

في أي درجة حرارة سيكون التفاعلين تلقائيين .

……………………………………………………………………………………………

الحل //

- تفاعل A نحول ΔS, الى $\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol}$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = \frac{30\,J/K.mol}{1000} = 0.03\,KJ/K.mol$$

- الحرارة في الظروف القياسية ⇐ $T_{°C} = 25\ °C T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G^o_r = \Delta H^o_r - T\Delta S^o_r \qquad \Rightarrow \Delta G^o_r = 11(KJ/mol) - \ (298\,K\ \ * \ 0.03\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G^o_r = 11(KJ/mol) - \ 8.94\ (KJ/mol) = 2.06KJ/mol$$

- قيمة ΔG^o_r موجبة يعني التفاعل غير تلقائي .

لذلك نحتاج الى ايجاد حرارة تجعل التفاعل تلقائي كما مطلوب في السؤال

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \quad \Rightarrow T = \frac{11\ KJ/mol}{0.03\ KJ/K.mol} = 366.66\ K$$

- بما ان قيمة ΔH, موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تسخين اكثر من $366.66\ K$

- تفاعل B نحول ΔS, الى $\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol}$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = \frac{113\,J/K.mol}{1000} = 0.113\,KJ/K.mol$$

- الحرارة في الظروف القياسية ⇐ $T_{°C} = 25\ °C T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G^o_r = \Delta H^o_r - T\Delta S^o_r \qquad \Rightarrow \Delta G^o_r = 2(KJ/mol) - \ (298\,K\ \ * \ 0.113\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G^o_r = 2(KJ/mol) - \ 33.674\ (KJ/mol) = -31.674\ KJ/mol$$

- قيمة ΔG^o_rسالبة يعني التفاعل تلقائي ،

سؤال 1 - 38

للتفاعل الاتي $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابيا بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند ($627\ °C$ او $927\ °C$) اذا علمت $\Delta Hr° = 178.5KJ$ و $\Delta Sr° = 160\ J|K.mol$ ؟

الحل/ نجد ΔG عند $627\ °C$ وعند $927\ °C$ ونعرف عند اي حرارة يكون التحول تلقائي

عند درجة حرارة 627 C

$$T_K = 273 + T\ °C$$

$$T_K = 273 + 627 = 900K$$

$$\Delta S = -\frac{160\,J/K.mol}{1000} = 0.16\,KJ/K.mol$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 178.5 - (900K\ x\ 0.16)$$

$$\Delta G = 178.5 - 144 = 34.5\ KJ/\ mol$$

الاشارة موجبه التفاعل غير تلقائي

عند درجة حرارة 927 C

$$T_K = 273 + T\ °C$$

$$T_K = 273 + 927 = 1200K$$

$$\Delta S = -\frac{160\,J/K.mol}{1000} = 0.16\,KJ/K.mol$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 178.5 - (1200K\ x\ 0.16)$$

$$\Delta G = 178.5 - 192 = -13.5\ KJ/\ mol$$

الاشارة سالبة التفاعل تلقائي

سؤال 24-1 | تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية $CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ قيمة $\Delta S_r^o = 160\, J/K.mol$ فاذا علمت ان ΔH_f^o لكل من $CaCO_3, CaO, CO_2$ هي على التوالي بوحدات KJ/mol (1207-,635-,393.5-) جد :

1- ΔH_r^o للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة

2- ΔG_r^o للتفاعل

3- درجة الحرارة الي تصبح عندها التفاعل تلقائي .

الحل //



$$CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

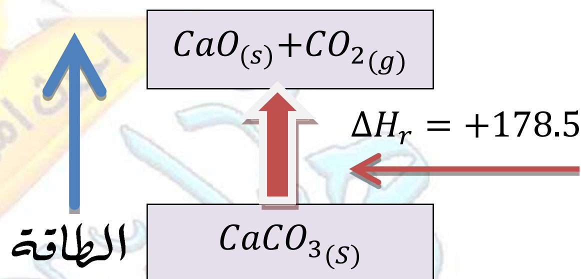
$1 \times -1207 \quad 1 \times -635 \quad 1 \times -393.5$

$-1207 \quad -635 + -393.5$

$-1207 \quad -1028.5$

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o\,(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o\,(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = [-1028.5] + [1207] = 178.5\ KJ/mol$$



$$\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{160\, J/K.mol}{1000} = 0.16\, KJ/K.mol$$

○ الحرارة في الظروف القياسية ⇐ $T_{°C} = 25\ °C \quad T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o \qquad \Rightarrow \Delta G_r^o = 178.5(KJ/mol) - (298\ K * 0.16\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = 178.5(KJ/mol) - 47.68\ (KJ/mol) = 130.82\ KJ/mol$$

ايجاد الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \quad \Rightarrow T = \frac{178.5\ KJ/mol}{0.16\, KJ/K.mol} = 1115.6\ K$$

بما ان قيمة ΔH , موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يجب تسخين التفاعل الى اكثر من $1115.6\ K$

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

تعد معادلة كبس معادلة مهمه جدا عند تطبيقها على التفاعلات الكيميائية وذات العلاقة وثيقة بالتغيرات التي تحدث في خواص النظام $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

- يتضمن التغير في الطاقة الحرة ΔG حسب معادلة كبس عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي :
  - العامل الاول :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التي تكون فيها الطاقة (الانثالبي) اقل مايمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالا اذا كانت قيمة ΔH سالبة اي ان التفاعل باعث للحرارة
  - العامل الثاني :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التكون فيها الانتروبي ΔS اعلى مايمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت قيمة ΔS موجبة اي تزداد العشوائية بسبب ذلك يعود الى وجود ΔS ضمن الحد $-T\Delta S$ لذلك فالقيمة الموجبة للانتروبي ΔS تساعد على جعل قيمة ΔG سالبة
- وبشكل عام تؤثر اشارة كل من ΔH و ΔS على قيمة ΔG حيث :

1- اذا كانت كل من ΔH و ΔS موجبه ستكون ΔG سالبة عندما $\Delta H < T\Delta S$
2- اذا كانت كل من ΔH سالبة و ΔS موجبة تكون ΔG سالبة دائما
3- اذا كانت ΔH موجبة و ΔS سالبة تكون ΔG موجبة دائماً
4- اذا كانت كل من ΔH و ΔS سالبة $\Delta H > T\Delta S$

ملاحظات

1- اذا كانت ΔH موجبه يعني التفاعل ماص للحرارة
واذا كانت ΔH سالبة يعني التفاعل باعث للحرارة
2- اذا كانت ΔS موجبه يعني زيادة في عشوائية النظام
اذا كانت ΔS سالبة نقصان في عشوائية النظام
3- اذا كانت ΔG موجبة يعني التفاعل غير تلقائي
اذا كانت ΔG سالبة يعني التفاعل تلقائي
4- عمليات التبخر والانصهار والغليان والتسامي عمليات ماصة للحرارة ΔH موجبة

5- عمليات الانجماد والتبلور والتكثيف والتصلب عمليات باعثه للحرارة ΔH سالبة
6- عملية التفكك زيادة في العشوائية وعملية الاتحاد نقصان في العشوائية
7- تعتمد قيمة ΔG على قيمتي ΔH و ΔS في تحديد تلقائية التفاعل من عدمها
8- ΔH و ΔS في تعاليل كبس غالبا نفس الإشارة

انتبه :- بالنسبة لتعاليل علاقة كبس اول شي لازم تعرف ΔG موجبه تفاعل غير تلقائي و ΔG سالبة تفاعل تلقائي .مرات هو يذكرلك بالتعليل تلقائي او غير تلقائي.. زين واذا ماذكرلك شلون. تعال اعلمك اذا التعليل منفي يعني التفاعل غير تلقائي واذا التعليل مثبت يعني التفاعل تلقائي .
هسه بعد ماعرفنه التفاعل تلقائي لو لانجي نثبت شلون طلع تلقائي وغير تلقائي .. شلون نثبت تعال شوف لازم اعرف اشاره ΔH و ΔS ولا تدوخ همه اثنينهم نفس الاشارة غالبا يعني تعرف وحده الثانية نفس اشارتها بعد ما عرفنه اشارة ΔH و ΔS تخليهم بالقانون $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ونعرف ياهو اكبر من الثاني ΔH لو $T\Delta S$

خطوات حل التعليل وفق علاقة كبس

1- ايجاد اشارة ΔG
2- ايجاد اشارة ΔH
3- ايجاد اشارة ΔS
(غالبا نفس الاشارة)
4- اثبات اشارة ΔG عن طريق معادلة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

استراحة || كلماتي
كظيت الليل اتعلل تعاليل
اقره وعلتي زادت تعاليل
ركزلي على هاي التعاليل
وزراي وكل سنة مني هديه

مثال توضيحي //

س/ يتسامى اليود بالحرارة العالية علل ذلك وفق علاقة كبس ؟

الحل //

1) $\Delta G = -$. (عملية تلقائية) عرفته لأن التعليل مثبت (مو منفي)
2) $\Delta H = +$ (عملية ماصه للحرارة)
3) $\Delta S = +$ (تسامي يعني زياده بالعشوائية)
4) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$\Delta G = + - (+)$
$\Delta G = - \quad \rightarrow \Delta H < T\Delta S$

يعني $T\Delta S$ اكبر من ΔH حتى يطلع $\Delta G = -$

سؤال 39-1

○ علل ما يأتي على ضوء علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

1. عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\Delta H_{\text{الحد}} < T\Delta S_{\text{الحد}}$

2. لا يتحلل الماء ال عناصره الاولية بالظروف الاعتياديه

ج/

a) $\Delta G = +$ عملية غير تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\Delta H_{\text{الحد}} > T\Delta S_{\text{الحد}}$

3. يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة عند ذوبانه

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = -$ عملية باعثة للحرارة

c) $\Delta S = -$ تقل لعشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (-) - (-)$

$\Delta G = - \quad +$ $\Delta H_{\text{الحد}} > T\Delta S_{\text{الحد}}$

4. لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية

ج/

a) $\Delta G = +$ عملية غير تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\Delta H_{الحد} > T\Delta S_{الحد}$

5. تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية .

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\Delta H_{الحد} < T\Delta S_{الحد}$

6-لاينجمد الماء تلقائيا بالظروف الاعتيادية

ج/

e) $\Delta G = +$ عملية غير تلقائية

f) $\Delta H = -$ عملية باعثه للحرارة

g) $\Delta S = -$ تقل العشوائية

h) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (-) - (-)$

$\Delta G = - \quad +$ $\Delta H_{الحد} < T\Delta S_{الحد}$

واجبات اضافية : علل وفق علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

تعليل رقم 1 و 2 شواذ حيث تكون $\Delta H = -$ و $\Delta S = +$

1- يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائيا بالظروف الاعتيادية

2- يتحلل بيروكسيد الهيدروجين الى ماء واوكسجين تلقائيا في الظروف الاعتيادية

3- لايحدث ندى في فصل الصيف

17-1

حساب انتروبي التغيرات

كما عرفنا ان المادة تتحول من حالتها الصلبة الى السائلة بدرجة حرارة تسمى T_m (درجة حرارة الانصهار) ومن حالتها السائلة الى الغازية بدرجة حرارة تسمى T_b (درجة حرارة الغليان) وعند هاتان الدرجات T_m , T_b يحدث اتزان بين ضغط بخار الماء او السائل مع الضغط الجوي هذا يعني ان قيمة ΔG تساوي صفر .

- معادلة الانصهار $\Delta S_{Fus} = \frac{\Delta H_{Fus}}{T_m}$ $T_m =$ درجة الانصهار بالكلفن
- معادلة التبخر $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$ $T_b =$ درجة الغليان بالكلفن
- حيث :
  - ΔS_{Fus} انتروبي انصهار و ΔH_{Fus} انثالبي انصهار .
  - ΔS_{vap} انتروبي التبخر و ΔH_{vap} انثالبي التبخر .

علاقة تروتن : لاحظ العالم تروتن أن ΔS_{vap} لأغلب السوائل تساوي $85\,J/K.mol$

ملاحظات

1- اذا طلب ΔH_{vap} واعطى درجة غليان ولم يعطي قيمة ΔS_{vap} نطبق العلاقة

$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$ ونعوض مكان $\Delta S_{vap} = 85\ J/K.mol$

$$85\ J/K.mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

2- اذا طلب انتروبي التبخر ΔS_{vap} واعطى ΔH_{vap} ودرجة غليان نطبق العلاقة

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

- أنتبة // هذا الرقم $\Delta S_{vap} = 85\ J/K.mol$ نعوضه مكان ΔS_{vap} بس من يطلب ΔH_{vap} وما منطيك قيمة لل ΔS_{vap}

مثال 13-1

احسب انثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة KJ/mol اذا علمت درجة غليانه $= 69°C$

الحل// نحول درجة الحرارة °C من الى K

$$T_K = 273 + t_{°C} \quad \Rightarrow T_K = 273 + 69 = 342\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \quad \Rightarrow 85\ \ J/K.mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta H_{vap} = 85\ \ J/K.mol * 342\ K$$

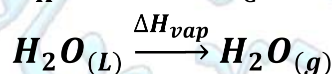
$$\Delta H_{vap} = 29070\ J/mol$$

نحول الى KJ/mol كما مطلوب في السؤال

$$\Delta H_{vap} = 29070\ J/mol * \frac{1KJ}{1000J} = 29\ KJ/mol$$

تمرين 15-1

احسب التغير في الأنتروبي للتحول الآتي $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ حيث $\Delta H_{vap} = 44\ \ KJ/mol$ عند درجة غليان الماء 100 c



الحل//

نحول درجة الحرارة °C من الى K

$$T_K = 273 + t_{°C} \quad \Rightarrow T_K = 273 + 100 = 373\ K$$

$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{\Delta H_{vap}} H_2O_{(g)}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{44\ KJ/mol}{373\ K}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118\ \ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118\ \ KJ/K.mol * 1000\,J/KJ$$

$$\Delta S_{vap} = 118\ \ J/K.mol$$

تم بعون الله

انتهى الفصل الأول

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الثاني

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل الثاني (الاتزان الكيميائي)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- مسائل حساب ثابت الاتزان Kp او Kc ومسائل حاصل التفاعل
2- مسائل قاعدة لي شاتليه
3- تعاليل قاعدة لي شاتليه

ملخص الفصل الثاني

1- مسائل حساب ثوابت الاتزان Kp و Kc : هذه المسائل فكرية تعتمد على فكر الطالب وفهمه للسؤال (اهم شي تفهم السؤال) حيث تحل هذه المسائل عن طريق كتابة المعادلة وعمل الفرضية وكتابة القانون (معادلة فرضيه قانون)مع مراعاة وضع كل معطى في مكانه الصحيح (اي شي ينطي الك بالمعطيات تساويه مع مكانه في الفرضيه) وتكون هذه الاسئلة نوعان

أ- ثابت الاتزان معلوم : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه (تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان) مجهول واحد فقط

ب- ثابت الاتزان مجهول : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه (تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان) ولا مجهول

2- اما في موضوع حاصل التفاعل (نعرف ان السؤال يخص موضوع حاصل التفاعل اذا اعطى او طلب تركيز ابتدائي للمادة الناتجة) اهم خطوه هي معرفة اتجاه التفاعل وتحديد النقصان والزيادة في الفرضية ثم بعد تحديد اتجاه التفاعل نحل كما تعلمنا معادلة فرضية قانون

3- قاعدة لي شاتلية : (قاعدة لي شاتلية للمواد الغازية فقط)

في مسائل قاعدة لي شاتليه على الاغلب يعطي اجراءات مثل (رفع او خفض الحرارة) او (رفع او خفض الضغط) او (اضافة او سحب تركيز مادة معينه) ويسألك هذا الاجراءات كيف تؤثر على حالة الاتزان وثابت الاتزان . عندما يسألك عن حالة الاتزان يريد ان يعرف التفاعل امامي ام خلفي وعندما يسألك عن ثابت الاتزان يريد ان يعرف قل ام زاد (ثابت الاتزان : رفع او خفض الحرارة فقط من يؤثر عليه) حيث اذا اصبح التفاعل امامي يزداد واذا خلفي يقل

الفصل الثاني الاتزان الكيميائي

1-2 التفاعلات غير الانعكاسية والانعكاسية

التفاعل الكيميائي :- هو عملية تتحول فيها مادة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة التي تفاعلت في البداية .

تكون التفاعلات على نوعين :

1- **التفاعلات غير الانعكاسية** :- هي التفاعلات التي يتم فيها استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها في نفس الظروف .



- مثال $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

2- **التفاعلات الانعكاسية** :- هي التفاعلات التي لاتحدث فيها استهلاك للمواد المتفاعلة عند تحولها الى نواتج ويكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة اخرى.



- مثال $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

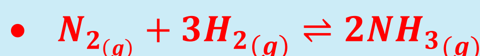


- مثال $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

2-2 التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

اغلب التفاعلات الانعكاسية تسير باتجاهين متعاكسين بظروف التفاعل نفسها مثلا عند ظروف مناسبة يتفاعل N_2 مع غاز H_2 لتكوين الامونيا في بداية التفاعل يكون التفاعل الامامي $\underset{\text{امامي}}{\overset{R_f}{\rightarrow}}$ باتجاه تكوين الأمونيا بمرور الوقت وزيادة تركيز الامونيا تتحلل الامونيا الناتجة لتكوين N_2 ، H_2 مره اخرى بسرعه مقدارها $\underset{\text{خلفي}}{\overset{R_b}{\leftarrow}}$ حيث يستمر التفاعل بأتجاهين متعاكسين حتى يصل التفاعل حالة معينة تتساوى عند سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي $(R_F = R_b)$ فيصل التفاعل الى حالة معينة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي

- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$



- K_F = ثابت التفاعل الامامي
- K_b = ثابت التفاعل الخلفي

❖ تعليل | تتوقف بعض التفاعلات الكيميائية بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة ؟

❖ الجواب| التفاعلات التي تتوقف هي التفاعلات الغير انعكاسية حيث تستهلك احد او جميع المواد المتفاعلة اما التفاعلات التي تظهر وكأنها متوقفة هي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون في حالة اتزان ديناميكي حركي اي ان:

سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل الخلفي .

- الاتزان الكيميائي :- هي حالة اتزان ديناميكي حركي و ليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) اي ان التفاعل مستمر باتجاهين بنفس السرعة .

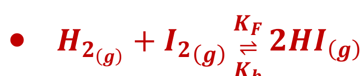
3-2 التفاعلات الانعكاسية المتجانسة وغير المتجانسة .

- التفاعلات الانعكاسية المتجانسة :-هي تفاعلات تكون فيها جميع المواد من طور واحد .
- $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ تفاعل متجانس
- التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة :- هي تفاعلات تكون فيها المواد المشتركه في التفاعل من اكثر من طور
- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(L)}$ غير متجانس

4-2 حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

عند خلط مول واحد من H_2 ومول واحد من I_2 لتكوين يوديد الهيدروجين عند حرارة 445°C المفروض يتكون 2مول من HI حسب المعادلة الاتية $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ لكن وجد علميا بتحليل الخليط في حالة الاتزان الكيميائي انه يحتوي 78% من غاز HI و 11% من كل H_2 I_2 يطلق على العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتراكيز المواد قانون فعل الكتلة

- قانون فعل الكتلة :- عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاها تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة



- $H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_F}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(g)}$

- حيث يكون التعبير :

التفاعل الامامي $R_F = K_F[I_2][H_2]$

التفاعل الخلفي $R_b = K_b[HI]^2$



5-2 ثابت الاتزان

- لنفرض ان التفاعل الانعكاسي المتزن الاتي :

$$aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$$

❖ سرعة التفاعل الأمامي $R_F = K_F[A]^a[B]^b$

❖ سرعة التفاعل الخلفي $R_b = K_b[G]^g[H]^h$

بما ان : $R_F = R_b$

$$K_F[A]^a[B]^b = K_b[G]^g[H]^h$$

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b}$$

❖ وعند ترتيب المعادلات تصبح ← $K_{eq} = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$

- ثابت الاتزان K_{eq} :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولاية للمواد المتفاعلة كل منهما مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة .

➕ يكون ثابت الاتزان K_{eq} بدلالة التراكيز K_C

➕ يكون ثابت الاتزان K_{eq} بدلالة الضغوط الجزيئية K_P

1. ثابت الاتزان K_C :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس يمثل عد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

$$K_C = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$$

2. ثابت الاتزان K_P :- هو حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

$$K_P = \frac{P_H^h * P_G^g}{P_A^a * P_B^b}$$

ملاحظة مهمة :-

1- ثابت الاتزان K_c للمواد الغازية (g) والمحاليل المائية (aq) فقط: $A_{(g)} + 2B_{(S)} \rightleftharpoons 3C_{(aq)}$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]}$$

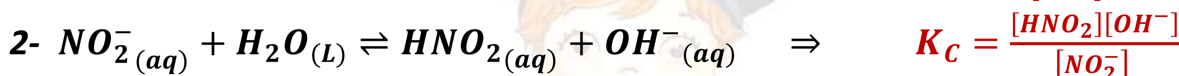
2- ثابت الاتزان K_P للمواد الغازية (g) فقط : $2A_{(g)} + 2B_{(L)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} + O_{(S)}$

$$K_P = \frac{P_c^3}{P_A^2}$$

مثال 2-2 | اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات الاتية بدلالة التراكيز المولارية :



1- $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$



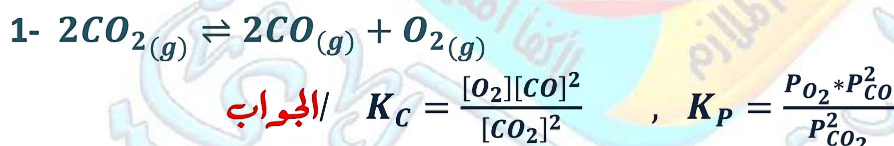
2- $NO_2^-{}_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \Rightarrow K_C = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]}$



3- $CaCO_{3(S)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(L)} \Rightarrow K_C = \frac{[CaCl_2][CO_2]}{[HCl]^2}$

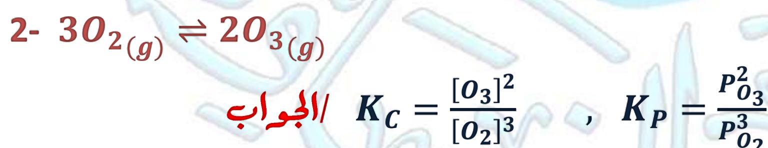
تمرين 2-2 | اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_C و ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P للتفاعلات الاتية :

1- $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$

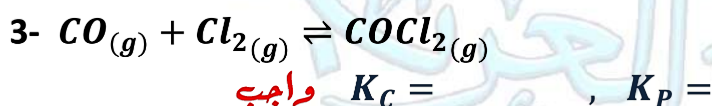


الجواب/ $K_C = \frac{[O_2][CO]^2}{[CO_2]^2}$, $K_P = \frac{P_{O_2} * P_{CO}^2}{P_{CO_2}^2}$

2- $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$



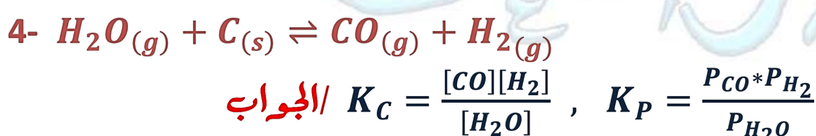
الجواب/ $K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$, $K_P = \frac{P_{O_3}^2}{P_{O_2}^3}$



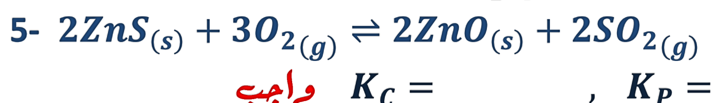
3- $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$

4- $H_2O_{(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$

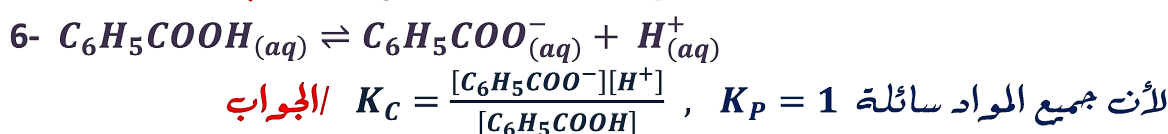


الجواب/ $K_C = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$, $K_P = \frac{P_{CO} * P_{H_2}}{P_{H_2O}}$



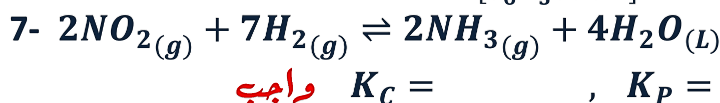
5- $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$



6- $C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

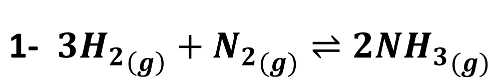
الجواب/ $K_C = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$, $K_P = 1$ لأن جميع المواد سائلة



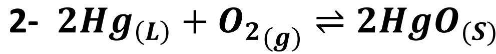
7- $2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(L)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$

مثال 2-3 | اكتب ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات الاتية :



1- $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ $\qquad K_P = \frac{P^2_{NH_3}}{P^2_{H_2} P_{N_2}}$



2- $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$ $\qquad K_P = \frac{1}{P_{O_2}}$

مثال 2-1 | للتفاعل المتزن الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_F}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)}$

وجد ان ثابت السرعة الأمامي K_F يساوي 0.11 وثابت السرعة الخلفي يساوي 0.05

احسب ثابت الاتزان K_{eq}

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين 2-1 | تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي K_F ؟

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} \quad \Rightarrow \quad K_F = K_{eq} * K_b$$

$$K_F = 4.24 * 0.02 = 0.0848$$

ثابت الاتزان K_{eq}

يمكن ايجاد قيمة ثابت الاتزان عن طريق قياس تراكيز جميع المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان حيث يتم تعويض هذه القيم بواسطة علاقة ثابت الاتزان. يمكن تقسيم مسائل حساب ثابت الاتزان من حيث الفكرة الى قسمين:

- **القسم الاول** : ثابت الاتزان مجهول (يجب اين يكون في الفرضية عند الاتزان ولامجهول)
- **القسم الثاني**: ثابت الاتزان معلوم (يجب ان يكون في الفرضية عند الاتزان مجهول واحد)

✓ **لحل مسائل حساب ثابت الاتزان :**

نكتب المعادلة المعطاة في السؤال ثم نعمل الفرضية ونطبق علاقة ثابت الاتزان .

ملاحظة || عندما يعطي تراكيز او ضغوط عند الاتزان لانحتاج لعمل الفرضية لأن الغاية من الفرضية هي ايجاد تركيز او ضغوط الاتزان

مثال 2-4 | جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي :- $2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

إذا علمت أن التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي :

$[CH_4] = 0.02M$, $[C_2H_2] = 0.05M$, $[H_2] = 0.143M$

❖ الحل | اعطى تركيز جاهز عند الاتزان (Keq هو نفسه KC)

$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_2 + 3H_2$

0.02 0.05 0.143

$$K_c = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

تمرين 2-3 | جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي عند درجة 100 C $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

اذا علمت ان التراكيز عند حالة الاتزان هي ::

$[N_2O_4] = 0.002\ M$, $[NO_2] = 0.017\ M$

❖ الحل | اعطى تراكيز عند الاتزان :

$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

0.017 0.002

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0.002}{(0.017)^2} = 6.92$$

✓ كيفية عمل الفرضية

أ- نكتب الحقل الاول من الفرضية تحت المعادلة حيث نكتب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة ويكون التركيز الابتدائي للمواد الناتجة يساوي صفر

ب- نكتب الحقل الثاني من الفرضية والتي هي تمثل قيمة المتحلل (X) ويكون في حالة نقصان بالمتفاعلات وزيادة في النواتج مضروبا في عدد المولات في المعادلة

ج- نكتب الحقل الثالث من الفرضية و التي هي تمثل المتبقي او التراكيز النهائية عند الاتزان حيث (المتحلل X - الابتدائي =المتبقي)

ملاحظات

1- اذا ذكر (وضع ، خلط ، سخن، ادخل، مزج ا ، قبل التفاعل ،قبل التفكك) يعني التراكيز الابتدائية

2- لا يمكن تطبيق قانون ثابت الاتزان KC او KP إلا :

أ- (K_C ، K_P) مجهول وجميع التراكيز او الضغوط الجزئية معلومة .

ب- (K_C ، K_P) معلوم و احد التراكيز او عند الاتزان مجهول .

3- $n = M$ عندما يكون الحجم لتر واحد .

مثال توضيحي $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

	N_2 +	$3H_2 \rightleftharpoons$	$2NH_3$
التراكيز الابتدائية	a	a	0
التغير بالتراكيز	-X	-3X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(a-X)$	$(a-3X)$	2X

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$K_c = \frac{[2X]^2}{[a-X][a-3X]^3}$$

مثال 5-2 | التفاعل الاتي :- $H_{2g} + I_{2g} \rightleftharpoons 2HI_g$ خلط 0.5 mol من I_2, H_2 في لتر واحد وبحرارة 430 °C وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان KC لهذا التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان ؟

علما ان $\sqrt{5.29} = 2.3$.

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر اذا $M = n$

❖ هنا المطلوب حساب التراكيز النهائية عند الاتزان :

	H_{2g} +	I_{2g}	$\rightleftharpoons 2HI_g$
التراكيز الابتدائية	0.5	0.5	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(0.5-X)$	$(0.5-X)$	2X

- نلاحظ في التراكيز النهائية مجهول واحد فقط (X) ولدينا K_C اذا بالجذر التربيعي للطرفين

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(2X)^2}{(0.5-X)(0.5-X)}$$

$$2.3 = \frac{(2X)}{(0.5-X)} \Rightarrow 2X = 1.15 - 2.3X$$

$$2X + 2.3X = 1.15 \quad \Rightarrow 4.3X = 1.15$$

$$X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267\ M$$

التراكيز عند الاتزان

- $[HI] = 2 * 0.267 = 0.534\ mol/L$
- $[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233\ mol/L$

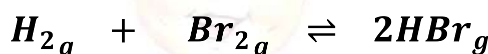
انتبه || مسائل حساب ثابت الاتزان مسائل فكرية تعتمد على ذكاء الطالب فكرته هي كيفية توظيف كل معطى في مكانه الصحيح (اهم شي الرقم المعطى بالسؤال نساويه مع قيمته بالفرضيه

- ❖ المسائل تحل عن طريق عمل المعادلة والفرضية وتطبيق قانون ثابت الاتزان
- ❖ بعد كتابة القانون اذا كان مجهول واحد نطبق القانون اما اذا كان اكثر من مجهول نرسم مربعات الاتزان ونذهب الى السؤال بعد الوصول الى حالة الاتزان يعطي معطيات للحل
- ❖ التراكيز يجب ان تكون بوحدة المولاري و الضغوط يجب ان تكون بوحدة الاتوم atm

تمرين 2-4 | التفاعل الاتي :- $H_{2_g} + Br_{2_g} \rightleftharpoons 2HBr_g$ وضع في وعاء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل Br_2, H_2 وبدرجة حرارة $425\ ^oC$. احسب التراكيز المواد التي تكونن خليط الاتزان .اذا علمت ان ثابت الاتزان K_c لهذا التفاعل يساوي 0.25 .

✓ **الحل |** بما ان الحجم 1 لتر اذاً $M = n$

$$H_{2_g} + Br_{2_g} \rightleftharpoons 2HBr_g$$



	H_2	Br_2	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.4	0.4	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(0.4-X)$	$(0.4-X)$	2X

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)(0.4-X)}$$

بالجذر التربيعي للطرفين

$$0.5 = \frac{(2X)}{(0.4-X)} \Rightarrow 2X = 0.20 - 0.5X$$

$$2X + 0.5X = 0.20$$

$$X = \frac{0.20}{2.5} = 0.08\ M$$

التراكيز عند الاتزان

- $[HBr] = 2 * 0.08 = 0.16\ mol/L$
- $[H_2] = [Br_2] = 0.4 - 0.08 = 0.32\ mol/L$

انتبه : نعمل الفرضيه بمجرد الحصول على الابتدائي سواء معلوم او مجهول

- عندما يعطي ابتدائي نعوضه في الحقل الاولى للفرضية
- عندما يعطي مستهلك نساويه مع رمزه في الحقل الثاني من الفرضية
- عندما يعطي نهائي نساويه مع رمزه في الحقل الثالث من الفرضية

مثال توضيحي : $A + 2B \rightleftharpoons 3C$

	$3C$	$2B$	A	
الحقل الاول	0	a	a	التراكيز الابتدائية
الحقل الثاني	+3X	-2X	-X	التغير بالتراكيز
الحقل الثالث	3X	$(a-2X)$	$(a-X)$	التراكيز النهائية او التراكيز عند الاتزان



مثال توضيحي : $A + B \rightleftharpoons C$

	C	B	A	
الحقل الاول	0	a	a	ابتدائي
الحقل الثاني	+X	-X	-X	مستهلك او متغير
الحقل الثالث	X	$(a-X)$	$(a-X)$	تراكيز نهائية او تراكيز عند الاتزان

ملاحـــــظات

1- (سخن ، مزج ، ادخل ، وضع ، خلط ، قبل التفكك ، تراكيز ابتدائية)
كل هذه الكلمات تعني تركيز ابتدائي (a) يعني الفرضية الاولى

2- (مستهلك – المتحلل – المتفكك)
كل هذه الكلمات تعني المستهلك (X) يعني الفرضية الثانية

3- (متبقي – تركيز نهائي – تركيز عند الاتزان ، مزيج الاتزان ، خليط الاتزان)
كل هذه الكلمات تعني التراكيز النهائية $(a-X)$ يعني الفرضية الثالثة .

4- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزيئية عند الاتزان للمواد الناتجة والمتفاعلة :

لا يعتمد على عدد المولات في المعادلة ← $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots$

5- عدد المولات الكلية يساوي مجموع المولات عند الاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة :

$$n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \cdots$$

6- الفائدة من اعطائك P_T هي لايجاد قيمة X او a والفائدة من اعطائك n_T هي ايضا لايجاد قيمة X او a

مثال 6-2 | في احد التجارب العملية ادخل 0.625mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة. وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mol/L .

احسب قيمة Kc لهذا التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ؟

✓ الحل |

$$M\ [N_2O_4] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.625}{5} = 0.125\ mol/L$$

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
التراكيز الابتدائية	0.125		0
التغير بالتراكيز	-X		+2X
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(0.125 - X)$		2X
معطى في السؤال	0.025		0.2

- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
- $[N_2O_4] = 0.025$

$$(0.125 - X) = 0.025 \Rightarrow X = 0.125 - 0.025 \Rightarrow X = 0.1$$

$$[NO_2] = 2X = 2 * 0.1 = 0.2\frac{mol}{L}$$

- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.2)^2}{(0.025)} = 1.6$

تمرين 5-2 | للتفاعل الاتي : $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ وضع في إناء حجمه لتر واحد 0.8 mol من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن نصف كمية الغاز قد تفككت أحسب Kc ؟.

✓ الحل |

❖ $[\ M\ ] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.8}{1} = 0.8\ mol/L$

$$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

	$2CO_2$	$2CO$	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8	0	0
التغير بالتراكيز	-2X	+2X	+X
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(0.8 - 2X)$	(2X)	(X)

بما انه نصف كمية الغاز قد استهلكت $2X = \frac{1}{2} * 0.8$ $\quad K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$

- $2X = \frac{1}{2} * 0.8 = 0.4\ M \Rightarrow x = \frac{0.4}{2} = 0.2$

$$\because [CO_2] = 0.8 - 2x \Rightarrow 0.8 - 2 * 0.2 = 0.4$$

- $[CO] = 2 * x = 0.4M \quad , \quad [O_2] = x = 0.2\ M$

❖ $K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2 * 0.2}{(0.4)^2} = 0.2$

تمرين 6-2 | في التفاعل الغازي التالي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2, N_2 في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد أن ما أستهلك من H_2 يساوي 0.3mol و ما تبقى من N_2 يساوي 0.2mol ما عدد مولات كل من H_2, N_2 قبل التفاعل .علما ان ثابت الاتزان K_c للتفاعل يساوي 200 ؟

✓ الحل |

$$[\,M\,] = \frac{n}{v} \Rightarrow [\,M\,] = \frac{n}{1L} \Rightarrow [\,M\,] = n$$

- نفرض تركيز $[\,H_2\,]$ الابتدائي a وتركيز $[\,N_2\,]$ الابتدائي b

من معطيات السؤال نلاحظ ان :
- المستهلك من $H_2 \Leftarrow 3x = 0.3$
- المتبقي من $N_2 \Leftarrow b - x = 0.2$

	$3H_2$	$+ N_2 \rightleftharpoons$	$2NH_3$
التراكيز الابتدائية	a	b	0
التغير بالتراكيز (مستهلك)	-3x	-x	+2x
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(a-3x)$	(b-x)	(2x)
معطى في السؤال		0.2	

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

- $3x = 0.3 \Rightarrow x = \frac{0.3}{3} = 0.1$
- $[\,H_2\,] = a - 3x \Rightarrow a - 3 * 0.1 \Rightarrow [\,H_2\,] = a - 0.3$
- $[\,N_2\,] = b - x \Rightarrow b - 0.1 = 0.2 \Rightarrow b = 0.1 + 0.2$

$b = 0.3\ M = [\,N_2\,]$

- $[NH_3\,] = 2x \Rightarrow [NH_3\,] = 2 * 0.1 = 0.2\ M$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 200 = \frac{(0.2)^2}{((a-0.3))^3(0.2)} \Rightarrow 200 = \frac{0.2}{((a-0.3))^3}$$

$$((a-0.3))^3 = \frac{0.2}{200} \Rightarrow ((a-0.3))^3 = 0.001$$ بالجذر التكعيبي

$$(a-0.3) = 0.1 \Rightarrow a - 0.3 = 0.1 \Rightarrow a = 0.3 + 0.1$$

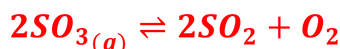
$a = 0.4\ M = [H_2]$

- ملاحظات : الفائدة من اعطائك P_T هي لايجاد قيمة X او a والفائدة من اعطائك n_T هي ايضا لايجاد قيمة X او a
- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزيئية عند الاتزان للمواد الناتجة والمتفاعلة :
- لا يعتمد على عدد المولات في المعادلة ← $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots$
- عدد المولات الكلية يساوي مجموع المولات عند الاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة :

$n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \cdots$

مثال 7-2 | للتفاعل الغازي الاتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3atm عند درجة معينة بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد أن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4atm احسب K_P للتفاعل عند الاتزان ؟

✓ **الحل |**



$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

	$2SO_3$	$2SO_2$	O_2
الضغوط الابتدائية	3	0	0
التغير في الضغوط	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	$(3-2X)$	(2X)	(X)

- P_T= مجموع الضغوط الجزيئية للمواد عند الاتزان

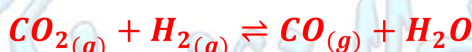
$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$
$4 = 3 - 2X + 2X + X$
$X = 4 - 3 = 1$

$$K_P = \frac{(P_{SO_2})^2 * P_{O_2}}{(P_{SO_3})^2}$$

$$K_P = \frac{(P_{SO_2})^2 * P_{O_2}}{(P_{SO_3})^2} = \frac{(2)^2 * 1}{(1)^2} = 4$$

سؤال 24-2 | في التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O$ وفي إناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2, H_2 وبدرجة حرارة 2000K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي 3mol ما تراكيز خليط الاتزان علما بأن ثابت الاتزان $K_C = 4$؟

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر $M = n$



$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O$

	CO_2	H_2	CO	H_2O
التراكيز الابتدائية	a	a	0	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(a-X)$	$(a-X)$	X	X

- $K_c = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$
- $n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$

$3 = a - x + a - x + x + x$

$3 = 2a \Rightarrow a = \frac{3}{2} = 1.5$

$$K_c = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{X^2}{(1.5-X)^2} \Rightarrow 2 = \frac{X}{1.5-X}$$

$X = 3 - 2X \Rightarrow 3X = 3$

- $X = 1$
- $[CO_2] = [H_2] = 1.5 - 1 = 0.5\ M$
- $[CO] = [H_2O] = 1\ M$

سؤال 2-21 | في التفاعل المتزن الغازي $PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$ وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 وعند وصول التفاعل الى وضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي $1atm$ فإذا علمت ان $K_p = \frac{1}{6}$ فما ضغطا غازي Cl_2, PCl_3 , في بداية التفاعل ؟

✓ الحل |

	PCl_3 +	$Cl_2 \rightleftharpoons$	PCl_5
الضغوط الابتدائية	2a	a	0
التغير بالضغوط	-X	-X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(2a - X)$	$(a - X)$	(X)

- بما انه ضغط Cl_2=1atm

- $K_P = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} * P_{Cl_2}}$
- $P_{Cl_2} = a - x = 1 \quad \Rightarrow x = a - 1$
- $P_{PCl_3} = 2a - x$

$$P_{PCl_3} = 2a - (a - 1) \quad \Rightarrow P_{PCl_3} = a + 1$$

- $K_P = \frac{P_{PCl_5}}{PCL_3 * P_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{a-1}{(a+1)*1} \Rightarrow 6a - 6 = a + 1$

$$5a = 7 \quad \Rightarrow a = \frac{7}{5} = 1.4atm$$

- $P_{Cl_2} = 1.4 \ atm$
- $P_{PCl_3} = 2 * 1.4 = 2.8 \ atm$

استراحه || كلماتي

يادنيا اشما اجاج ورياي كيسي

يجي يوم واطلكنج بي كيسي

ال Kp للضغط والتركيز Kc

احفظهه وابد لاتنسى الوصيه

ملاحظة مهمة

عندما يعطي تراكيز ابتدائية ونسبة مئوية للتفكك او قيمة المتحلل (X)
ويطلب تراكيز نهائية او قيمة K_C

النسبة المئوية للتفكك للـ (X) = $\frac{X_{المتحلل}}{a_{الابتدائي}} * 100\%$

فائدة اعطاء النسبة المؤية هي اما ايجاد المتحلل X او التركيز الابتدائي a

سؤال 18-2 | للتفاعل المتزن : $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد أن عند وضع مول واحد من A_2 في اناء تفاعل حجمة لتر عند ظروف قياسية يصل التفاعل الى حالة اتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ما قيمة K_C للتفاعل وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01M من A_2 عند ظروف التفاعل نفسها.

✓ **الحل |** بما ان الحجم 1L فأن $M = n$

- $\%_{A_2}^{للمتحلل} = \frac{X}{a_{الابتدائي}} * 100\%$

$$\%1 = \frac{X}{1} * 100\% \quad \Rightarrow X = \frac{1}{100} = 0.01\ M$$

	$A_{2(g)}$	$\rightleftharpoons 2A_{(g)}$
الضغوط الابتدائية	1	0
التغير بالضغوط	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

- $K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]}$
- $[A_2] = 1 - X \Rightarrow [A_2] = 1 - 0.01 = 0.99\ M$

  $[A] = 2X \Rightarrow [B] = 2 * 0.01 = 0.02\ M$
- $K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.02)^2}{0.99} = 4 * 10^{-4}$

- عند نفس الظروف يعني K_C نفسها و نحسب تركيز $[A]$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow 4 * 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01} \quad \text{بالجذر}$$

$$2 * 10^{-2} = \frac{[A]}{0.1} \Rightarrow [A] = 2 * 10^{-2} * 0.1$$

$$[A] = 0.002\ M$$

سؤال 26-2 || وضع 4g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الأتية: $2HF \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 . احسب الضغط الجزيئي لغاز HF عند الاتزان ؟ علماً بأن الكتلة المولية 20 g/mol ؟

(فكرة السؤال نحول الكتلة الى مولات من قانون $n = \frac{m}{M}$ ثم نحول المولات الى ضغط atm)

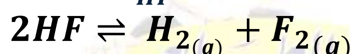
✓ الحل |

$$n_{HF} = \frac{m}{M} = \frac{4g}{20\ g/mol} = 0.2\ mol$$

- $T_K = t_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 27 + 273 = 300K$
- $V_{(L)} = 2L \quad , R = 0.082\ L.atm/mol.K$
- $P_{HF} = \frac{nRT}{V} \Rightarrow P_{HF} = \frac{0.2mol*0.082*300}{2L}$

$$P_{HF} = 2.46\ atm \Leftarrow$$

$$2HF \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$$



	$2HF$	H_2	F_2
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير بالضغوط	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(2.46 - 2X)$	X	(X)

- $K_P = \frac{P_{H_2} * P_{F_2}}{P^2_{HF}}$

$$1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2}$$ بالجذر

$$1.1 = \frac{X}{2.46 - 2X} \Rightarrow X = 2.7 - 2.2X \Rightarrow 3.2X = 2.7 \Rightarrow X = \frac{2.7}{3.2} = 0.84$$

- $P_{HF} = 2.46 - (2 * 0.84) \Rightarrow P_{HF} = 0.76\ atm$

7-2 العلاقة بين ثابتي الاتزان K_C , K_P

- هناك علاقة تربط بين ثابت الاتزان K_P وثابت الاتزان K_C

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g}$$
$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$R = 0.082\ L.atm/mol.K$$
$$T_K = t_{°C} + 273$$

- Δn_g تمثل الفرق بين عدد مولات المواد الناتجه والمود المتفاعلة في حالتها الغازية فقط
ونستخرجها من العلاقة : $\Leftarrow$ $\Delta n_g = \sum n_{g(P)} - \sum n_{g(R)}$

س/ على ما تعتمد العلاقة بين K_P و K_C وضح ذلك

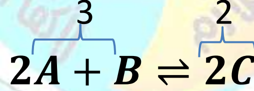
الجواب: تعتمد على قيمة Δn_g حيث :

1- اذا كانت Δn_g = صفر فأن $K_C = K_P$

2- Δn_g تساوي قيمة موجبة فأن $K_C < K_P$

3- Δn_g تساوي قيمة سالبة فأن $K_C > K_P$

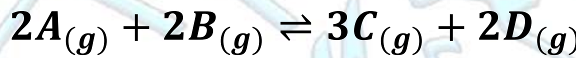
✓ ملاحظة | : Δn_g هي حاصل جمع عدد مولات غازات النواتج ناقص حاصل جمع المولات لغازات المتفاعلات



$$2A + B \rightleftharpoons 2C$$

(3 مولات متفاعلات، 2 مول نواتج)

$$\Delta n_g = 2 - 3 = -1$$



$$2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} + 2D_{(g)}$$

(4 مولات متفاعلات، 5 مولات نواتج)

$$\Delta n_g = 5 - 4 = 1$$

ملاحظة | | نعرف ان السؤال يخص موضوع العلاقه بين Kp و Kc اذا اعطى Kc وطلب KP او العكس او اعطى تراكيز وطلب Kp او اعطى ضغوط وطلب Kc

مخطط لفهم العلاقة بين K_P و K_C

		معادلة فرضية قانون		
$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$	Kc	⟺	تراكيز	
العلاقة	↕			
$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g}$	Kp	⟺	ضغوط	
		معادلة فرضية قانون		

مثال 8-2 | في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ و $K_C = 4.1$ بدرجة حرارة $227°C$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل .

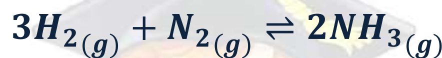
✓ **الحل** | نحول درجة الحرارة من $°C$ الى K

$$T_K = t_{°C} + 273 \quad \Longrightarrow T_K = 227°C \ + 273 = 500K$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \quad \Rightarrow K_P = 4.1 * (0.082 * 500)^{-1}$$

$$K_P = \frac{4.1}{41} = 0.1$$

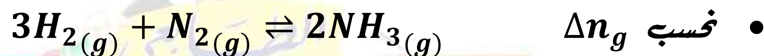
تمرين 7-2 | احسب قيمة K_C للتفاعل المتزن التالي عند $500°C$ اذا علمت ان قيمة K_P للتفاعل تساوي $1.5 * 10^{-5}$ عند درجة الحرارة نفسها



$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

✓ **الحل** | نحول درجة الحرارة من $°C$ الى K

$$T_K = t_{°C} + 273 \quad \Longrightarrow T_K = 500°C \ + 273 = 773K$$



- نحسب Δn_g $\quad 3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

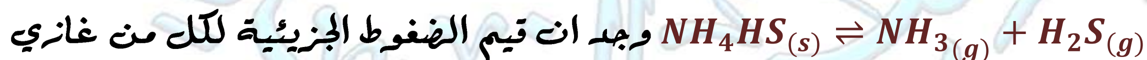
- $\Delta n_g = 2 - 4 = -2$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 1.5 * 10^{-5}(0.082 * 773)^{-(-2)}$$

$$K_C = 1.5 * 10^{-5}(0.082 * 773)^{+2} \Rightarrow K_C = 0.06$$

مثال 9-2 | افترض حصول التفاعل الغازي الآتي عند حرارة $300\ K$



$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ وجد ان قيم الضغوط الجزيئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.3\ atm$ احسب K_P و K_C للتفاعل ؟

✓ **الحل** |



$$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$$

$$K_P = \frac{P_{NH_3} * P_{H_2S}}{1} \Longrightarrow K_P = \frac{0.3*0.3}{1} \Rightarrow K_P = 0.09$$

$$\Delta n_g = 2 - 0 = 2$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 0.09(0.082 * 300\ K)^{-(2)}$$

$$K_C = 0.09(0.082 * 300)^{-2}$$

$$K_C = \frac{0.09}{(0.082 * 300)^2} \Rightarrow K_C = \frac{0.09}{(24.6)^2} = \frac{0.09}{605.16} = 1.5 * 10^{-4}$$



تمرين 8-2 | اذا كانت K_C تساوي 1.6 عند 1000°C بالنسبة للتفاعل الاتي:

$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي في تلك الحالة لغاز CO_2 يساوي $(P_{CO_2} = 0.6 \text{ atm})$

✓ الحل | نحسب قيمة K_P

نحول درجة الحرارة من °C الى K

$$T_K = t_{°C} + 273 \quad \Rightarrow T_K = 1000°C \quad + 273 = 1273K$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \quad \Rightarrow K_P = 1.6 * (0.082 * 1273)^1 = 167$$

$$K_P = \frac{P_{CO}{}^2}{P_{CO_2}} \quad \Rightarrow 167 = \frac{P_{CO}{}^2}{0.6} \quad \Rightarrow P_{CO}{}^2 = 100.2 \quad \Rightarrow \quad P_{CO} = 10 \ atm$$

سؤال 12-2 | التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة اتزان وجد ان الضغوط الجزيئية

$P_{NO_2} = 1.56atm$ $P_{N_2O_4} = 0.377atm$ عند درجة حرارة 100°C أحسب :

1- K_P , K_C للتفاعل

2- ماذا يحدث للضغوط الجزيئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد .

✓ الحل |

1- بما انه اعطى ضغوط جزيئية عند الاتزان نجد K_P مباشرة :

- $K_P = \frac{P_{NO_2}{}^2}{P_{N_2O_4}{}^2} \Rightarrow K_P = \frac{(1.56)^2}{0.377} \Rightarrow K_P = 6.455$
- $\Delta n_g = 2 - 1 = 1$, $T_K = t_{°C} + 273 \quad \Rightarrow T_K = 100°C \quad + 273 = 373K$
- $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

$$K_C = 6.455 * (0.082 * 373)^{-(1)}$$

$$K_C = 6.455 * (0.082 * 373)^{-1}$$

$$K_C = \frac{6.455}{0.082 * 373} = \frac{6.455}{30.586} = 0.21$$

2- العامل المساعد لا يؤثر على الضغوط الجزيئية حيث انه يقلل من زمن التفاعل للوصول الى حالة الاتزان .

سؤال 2-20 | في التفاعل المتزن $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة 727°C وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO يساوي $304\ Torr$ والضغط الكلي $1\ atm$ جد ثابت الاتزان K_C (معلومة $1atm = 760\ Torr$)

✓ الحل | نحول ضغط CO الى atm

- $P_{CO} = \frac{304Torr}{760Torr/atm} \Rightarrow P_{CO} = 0.4\ atm$
- $P_T = P_{CO} + P_{CO_2} \Rightarrow 1 = 0.4 + P_{CO_2} \Rightarrow P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6\ atm$
- $K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \Rightarrow K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

  $(\ \Delta n_g = 1 - 1 = 0)$, $T_K = 727°C + 273 = 1000K$
- $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} \Rightarrow K_C = 1.5(0.082 * 1000)^0 \Rightarrow K_C = 1.5$

ملاحظات

1- المواد الصلبة لا تذكر في قانون K_P , K_C

2- عندما يعطي K_P ويعطي K_C او العكس نستخدم العلاقة بينهما لإيجاد احدهما بدلالة الاخر

3- عندما تكون $\Delta n_g = 0$ فأن $K_C = K_P$ كما في السؤال اعلاه .

● انتبه | من يطلب منك K_P ويريد K_C او بالعكس ركز اذا يريد K_P لازم ينطيك K_C او طريق يوصلك ل K_C, (تراكيز مولارية عند الاتزان) اما اذا يريد K_C لازم ينطيك K_P او ضغوط جزئية عند الاتزان حتى نطلع K_P . ولازم تنتبه على Δn_g من تشوفه صفر كبل اتكول $K_C = K_P$.

● وما عندك علاقة تربط K_P , K_C غير ذولة العلاقتين

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g}$$

سؤال 2-25 | للتفاعل المتزن غير المتجانس $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ بدرجة حرارة 800°C وجد ان ضغط $CO_{2(g)}$ عند الاتزان يساوي $0.235\ atm$ احسب K_C للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها .

✓ الحل | المواد الصلبة لا تذكر في قانون K_P حيث يعوض بدلها برقم واحد

المواد الصلبة لا تذكر في حساب ويعوض بدلها برقم (0)

- $K_P = \frac{1}{P_{CO_2}} \Rightarrow K_P = \frac{1}{0.235} = 4.255$

$\Delta n_g = 0 - 1 = -1$, $T_K = 800°C + 273 = 1073K$

- $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

$K_C = 4.255 * (0.082 * 1073)^{-(-1)}$

$K_C = 4.255 * (0.082 * 1073)^{+1} \Rightarrow K_C = 4.255 * 0.082 * 1073$

$K_C = 374.38$

سؤال 2-27 | اذا كانت درجة التفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة الحرارة 27°C وضغط 1atm وفي اناء حجمه 1L احسب قيمة K_P للتفاعل .

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر $M = n$

- $\%N_2O_4 = \frac{X_{\text{المتحلل}}}{\text{الابتدائي}} * 100\%$

$\%20 = \frac{X}{1} * 100\% \Rightarrow X = \frac{20}{100} = 0.2\ M$

	$N_2O_{4(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير بالتراكيز	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

- بما ان $X = 0.2\ M$

- $[N_2O_4] = 1 - X \Rightarrow [N_2O_4] = 1 - 0.2 = 0.8\ M$
- $[NO_2] = 2X \Rightarrow [NO_2] = 2 * 0.2 = 0.4\ M$

- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$

$T_K = t_{°C} + 273 = 300K$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 0.2 * (0.082 * 300)^1$
$= 4.92$

سؤال 2-11 | عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى حرارة 240°C في انا مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1atm والضغط الجزيئي لغاز $P_{NOCl} = 0.64atm$ احسب

1- الضغوط الجزيئية لكل من غازي NO , Cl_2 عند الاتزان .

2- ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .

✓ الحل |



$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

الضغوط الابتدائية	a	0	0
التغير بالضغوط (مستهلك)	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	a-2X	2X	X
	0.64		

- $K_P = \frac{P_{NO}{}^2 * P_{Cl_2}}{P_{NOCl}{}^2}$

- من معطيات السؤال $P_{NOCl} = 0.64\ atm$

- $P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$

$1 = 0.64 + 2X + X \Rightarrow 1 - 0.64 = 3X$

$3X = 0.36 \quad \Rightarrow X = \frac{0.36}{3} = 0.12atm$

$P_{NOCl} = 0.64$

$P_{NO} = 2X = 2 * 0.12 -= 0.24\ atm$

$P_{Cl_2} = X = 0.12atm$

- $K_P = \frac{P_{NO}{}^2 * P_{Cl_2}}{P_{NOCl}{}^2} \Rightarrow K_P = \frac{(0.24)^2 * 0.12}{(0.64)^2} \quad \Rightarrow K_P = 0.0169$

$\Delta n_g = 3 - 2 = 1$, $T_K = t_{°C} + 273 \quad \Rightarrow T_K = 240℃ \quad + 273 = 513K$

- $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

$K_C = 0.0169 * (0.082 * 513)^{-(1)}$

$K_C = 0.0169 * (0.082 * 513)^{-1}$

$K_C = \frac{0.0169}{0.082 * 513} = \frac{0.0169}{42.066} = 4 * 10^{-4}$

سؤال 19-2 | للتفاعل المتزن الاتي $3A_{(g)} \rightleftharpoons aB_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان $K_C = 147.6$ وثابت الاتزان $K_P = 6$ بدرجة حرارة 27℃ جد قيمة a في المعادلة ؟

✓ الحل | هنا مجهول عدد المولات (a) في المعادلة لذلك يجب ان نجد Δn_g من قانون

$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$ ✓

- $T_K = 27 + 273 = 300K$
- $\Delta n_g = a - 3$
- $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

147.6=6*$(0.082 * 300)^{-\Delta n_g}$

147.6=6*$(24.6)^{-\Delta n_g}$ نقسم الطرفين على 6

$\frac{147.6}{6} = \frac{6*(24.6)^{-\Delta n_g}}{6} \Rightarrow 24.6 = (24.6)^{-\Delta n_g}$ ← اذا تساوت الاساسات تتساوى الاسس

$-\Delta n_g = 1 \quad \Rightarrow \Delta n_g = -1$

- $\Delta n_g = a - 3 \quad \Rightarrow -1 = a - 3 \quad \Rightarrow a = 3 - 1 = 2$

8-2 | اهمية ثابت الاتزان

- لمعرفة قيمة ثابت الاتزان اهمية كبرى حيث يمكن من خلاله

1- تحديد اتجاه التفاعل

2- بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

1- تحديد اتجاه التفاعل

○ اذا اخذنا التفاعل $A \rightleftharpoons B$ فاذا كانت قيمة $K_C = 100$

- $K_C = \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow 100 = \frac{[B]}{[A]} \quad \Rightarrow \quad [B] = 100[A]$

- وهذا يعني ان تركيز $[B]$ اكبر ب100 مره من قيمة تركيز $[A]$

- $[A] = \frac{[B]}{100}$

- وهذا يعني ان تركيز $[A]$ اصغر ب 100 مره من قيمة تركيز $[B]$:

س/ ماعلاقة ثابت الاتزان واتجاه التفاعل؟

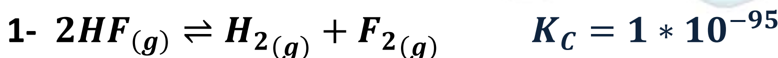
1- اذا كانت قيمة K_C كبيره جدا يدل على ان تركيز المواد الناتجة كبيره اي ان التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي $K_C = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$

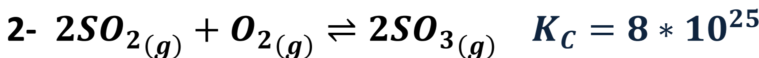
2- اذا كانت قيمة K_C صغيره جداً يدل على ان تركيز النواتج قليل أي ان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي

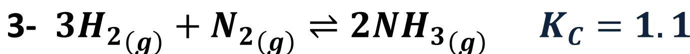
3- اذا كانت قيمة K_C تساوي او قريبة من الواحد الصحيح يدل على ان التفاعل متزن : (كمية التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة متساوية تقريبا)

❖ ملاحظة// قيمة ثابت الاتزان تتناسب طردياً مع النواتج وعكسياً مع المتفاعلات

مثال 2-10 | من قيم ثوابت الاتزان K_C لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها :


1- $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)} \qquad K_C = 1 * 10^{-95}$


2- $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \qquad K_C = 8 * 10^{25}$


3- $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \qquad K_C = 1.1$

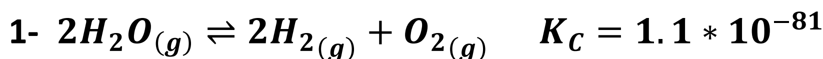
✓ الحل |

1- التفاعل الاول قيمة K_C صغيره جدا ← وهذا يدل على ان التفاعل خلفي

2- التفاعل الثاني قيمة K_C كبيره جدا ← وهذا يدل على ان التفاعل امامي

3- التفاعل الثالث قيمة K_C قريبة للواحد الصحيح ← وهذا يدل على ان التفاعل متزن

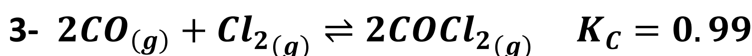
تمرين 2-9 | من قيم ثوابت الاتزان K_C لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها :



$$1-\ 2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad K_C = 1.1 * 10^{-81}$$



$$2-\ H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad K_C = 4.4 * 10^{32}$$



$$3-\ 2CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2COCl_{2(g)} \qquad K_C = 0.99$$

✓ **الحل** | واجب/ نفس جواب المثال اعلاه (مثال 2-10)

❖ 2- العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

- لمعرفة العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة يجب ان نفهم الملاحظات ادناه :

1- اذا قلبت المعادلةفان قيمة ثابت الاتزان تقلب :



$$A + B \rightleftharpoons 2C \qquad K_{C_1} = 2.3$$



$$2C \rightleftharpoons A + B \qquad K_{C_2} = \frac{1}{2.3}$$

قلب المعادلة

2- اذا تم ضرب المعادلة في رقم معين فأن هذا الرقم يكون اس لثابت الاتزان الجديد :



$$A + B \rightleftharpoons 2C \qquad K_{C_1} = 0.1$$



$$2A + 2B \rightleftharpoons 4C \qquad K_{C_2} = (0.1)^2$$

ضرب المعادلة في 2

3- اذا تم قسمة المعادلة على رقم معين فأن هذا الرقم يكون قيمة جذر لثابت الاتزان



$$2A + 2B \rightleftharpoons 6C \qquad K_{C_1} = 2$$



$$A + B \rightleftharpoons 3C \qquad K_{C_1} = \sqrt{2}$$

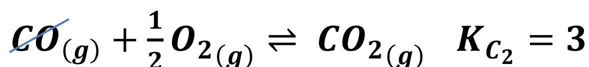
قسمة المعادلة على 2

4- اذا كان التفاعل ناتج من مجموع عدد من التفاعلات :

- فأن ثابت الاتزان = حاصل ضرب ثوابت الاتزان للتفاعلات التي ينتج من مجموعها (تقريبا نفس قانون هيس) .

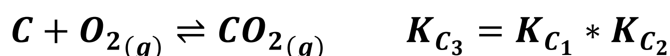


$$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \qquad K_{C_1} = 4$$



$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad K_{C_2} = 3$$

- بجمع حاصل التفاعلين نحصل على التفاعل الاتي :

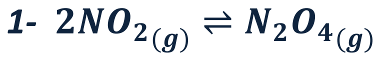


$$C + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad K_{C_3} = K_{C_1} * K_{C_2}$$

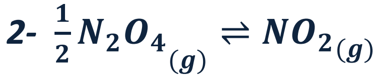
$$K_{C_3} = 3 * 4 = 12$$

- **انتبه** الملاحظات الاولى والثانية والثالثه هي مقارنه بين معادلة معلومة ثابت الاتزان ومعادلة او اكثر مجهولة ثابت الاتزان (يعطي معادلة معلومة واحدة ومعادلة او اكثر مجهولة نقارن المعادلة المجهولة بالمعلومة ونجد لها ثابت الاتزان

مثال 11-2 | اذا كان ثابت الاتزان عند 100°C للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ يساوي 0.36 فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة نفسها :



$$1\text{-}\ 2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$



$$2\text{-}\ \frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$$

✓ **الحل** | نلاحظ ان المعادلة الاولى هي مقلوب المعادلة الرئيسية اذا نقلب قيمة K_C والمعادلة الثانية هي نفس المعادلة الرئيسية لكنها مقسومة على 2 اذا تجد قيمة K_C بالجذر التربيعي .

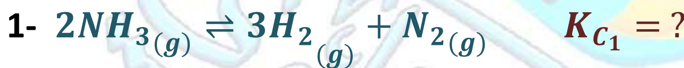


$$1\text{-}\ 2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} \qquad K_C = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

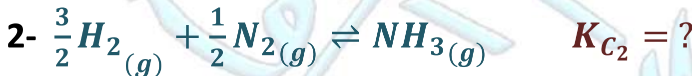


$$2\text{-}\ \frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)} \qquad K_C = \sqrt{0.36} = 0.6$$

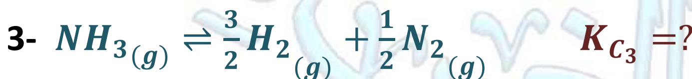
سؤال 14-2 | يتزن التفاعل الاتي $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند درجة 377°C وقيمة ثابت الاتزان $K_C = 1.96$ احسب K_C للتفاعلات الاتية :



$$1\text{-}\ 2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + N_{2(g)} \qquad K_{C_1} = ?$$



$$2\text{-}\ \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} \qquad K_{C_2} = ?$$



$$3\text{-}\ NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} \qquad K_{C_3} = ?$$

✓ **الحل** | واجب

استراحه | | كلماتي

امس شفتك يبعد الروح بالمول

شعجب تصرف صرت تلاف بالمال

اذا التركيز مرة انطاه بالمول

قسمه عالحجم يصبح مولارية

الجواب $K_{C_1} = 0.51 \quad K_{C_2} = 1.4 \quad K_{C_3} = 0.7$

تمرين 11-2 | للتفاعل الغازي $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على $0.02\ M$ من NH_3 ، $0.1M$ من N_2 وكذلك من H_2
ما ثابت الاتزان K_C للتفاعل $NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$

✓ **الحل** | نلاحظ انه اعطى تراكيز عند الاتزان للتفاعل الأول لذلك نستطيع ان نجد K_C ونجري عليه ما نراه مناسبا للتفاعل الثاني

	$3H_{2(g)}$	$+ N_{2(g)} \rightleftharpoons$	$2NH_{3(g)}$
تراكيز عند الاتزان	0.1	0.1	0.02

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow K_C = \frac{[0.02]^2}{[0.1]^3[0.1]}$$

$$K_{C_1} = \frac{0.0004}{0.0001} = 4$$

❖ نلاحظ ان المعادلة الثانية هي معكوس المعادلة الاولى ومقسومة على 2
❖ لذلك نقلب قيمة K_C ونجذر الجذر التربيعي

- $NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$ $\quad K_{C_2} = \sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow K_{C_2} = \sqrt{0.25} = 0.5$

تمرين 10-2 | للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_P له = 0.39 بدرجة حرارة 227°C فما قيمة K_C للتفاعل $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها ؟

✓ **الحل** | نلاحظ ان اعطى K_P ويطلب K_C لتفاعل اخر اذا يجب ان نجد K_C للتفاعل الاول بدلالة K_P ثم نجري عليه ما نراه مناسباً للمعادلة الثانية .

❖ $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$
$\Delta n_g = 1 - 2 = -1 \quad , \quad T_K = 227°C + 273 = 500K$
$K_C = 0.39 * (0.082 * 500)^{-(-1)} \Rightarrow K_C = 0.39 * (41)^1 = 16$

❖ بما ان المعادلة الثانية هي عكس المعادلة الاولى اذا تقلب قيمة K_C

❖ $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ $\quad K_C = \frac{1}{16} = 0.0625$

تمرين 2-12 | وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين HBr في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.2mol$ حسب التفاعل الاتي $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه $1L$ ناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2mol$ لكل منهما ؟

- **الحل** | نلاحظ انه اعطى تراكيز قبل وبعد الاتزان للتفاعل الاول ويطلب تركيز HBr لتفاعل اخر اذا من التراكيز المعطاة للتفاعل الاول نستخرج K_C ثم نعمل مقارنة مع التفاعل الثاني لإيجاد K_C له ثم نجد تركيز HBr في التفاعل الثاني .

لأن حجم لتر $M=n$

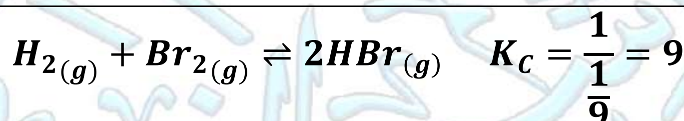
	$2HBr_{(g)}$	$\rightleftharpoons H_{2(g)}$	$+ Br_{2(g)}$
تراكيز الابتدائية	1	0	0
التغير بالتراكيز	-2X	+X	+X
تراكيز النهائية	1-2x	x	X

بما ان المتكون من غاز $Br = 0.2$ اذاً $M0.2 = x$ $[H_2] = X = 0.2M$

$$[HBr] = 1 - 2X \Rightarrow [HBr] = 1 - 2 * 0.2 = 1 - 0.4 = 0.6$$

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \Rightarrow K_C = \frac{(0.2)(0.2)}{(0.6)^2} = \frac{1}{9}$$

- نلاحظ ان المعادلة الثانية هي عكس المعادلة الاولى اذ نقلب قيمة



$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \quad K_C = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$

	$H_{2(g)}$	$Br_{2(g)}$	$2HBr_{(g)}$
تراكيز الابتدائية	2	2	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
تراكيز النهائية	2-X	2-X	2X

- $K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{[2X]^2}{[2-X]^2}$ بجذر الطرفين

$$3 = \frac{2X}{2-X} \Rightarrow 6 - 3X = 2X$$

$$3X + 2X = 6 \Rightarrow X = \frac{6}{5} = 1.2$$

- $[HBr] = 2 = 2 * 1.2 = 2.4\ M$

استراحه || كلماتي

جم عقدة ابرجعتك علي حليت

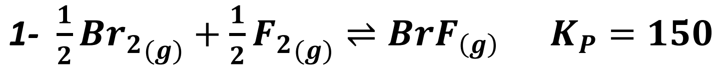
مثل حلت مدارس علي حليت

بمسائل Kp و Kc اذا حليت

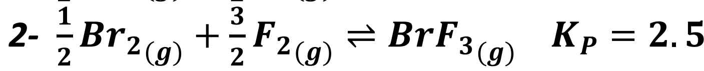
القانون اهم شي والفرضية

- **انتبه** الملاحظة الرابعة (تشبه قانون هيس) يعطي أكثر من معادلة معلومة ثابت الاتزان ومعادلة مجهولة واحدة نحل مثل هيس تماما بأختلاف القسمة والضرب وقلب المعادلة

تمرين 2-13 | وجد ان ثابت الاتزان للضغوط الجزئية بدرجة حرارة $2000K$ لكل من التفاعلات الاتية :



1- $\frac{1}{2}Br_{2(g)} + \frac{1}{2}F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} \quad K_P = 150$

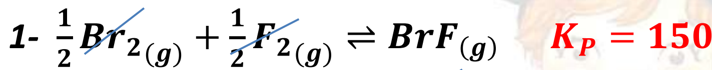


2- $\frac{1}{2}Br_{2(g)} + \frac{3}{2}F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{3(g)} \quad K_P = 2.5$

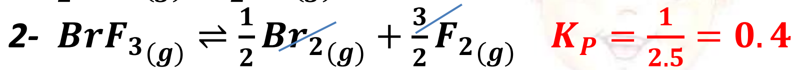
❖ احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل $\quad K_C = ? \quad BrF_{3(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2(g)}$

- **الحل** | يمكن ان نجد K_P للتفاعل المطلوب ثم نجد K_C بدلالة K_P

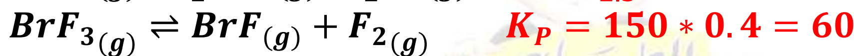
❖ المعادلة الاولى تبقى كما هيه وتقلب المعادلة الثانية



1- $\frac{1}{2}Br_{2(g)} + \frac{1}{2}F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} \quad K_P = 150$



2- $BrF_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}Br_{2(g)} + \frac{3}{2}F_{2(g)} \quad K_P = \frac{1}{2.5} = 0.4$



$BrF_{3(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2(g)} \quad K_P = 150 * 0.4 = 60$

❖ $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

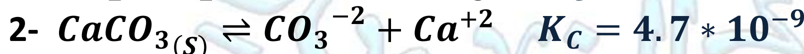
$\Delta n_g = 2 - 1 = 1 \quad , \quad T_K = 2000K$

$K_C = 60 * (0.082 * 2000)^{-1} \Rightarrow K_C = \frac{60}{164} = 0.366$

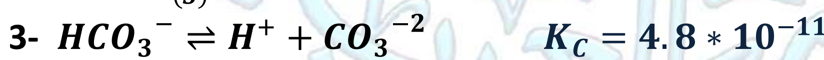
سؤال 2-15 | اذا كان ثابت الاتزان لكل من التفاعلات الاتية :



1- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad K_C = 4.2 * 10^{-7}$

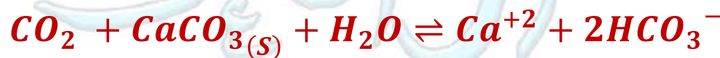


2- $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2} \quad K_C = 4.7 * 10^{-9}$



3- $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2} \quad K_C = 4.8 * 10^{-11}$

فما ثابت الاتزان للتفاعل التالي :



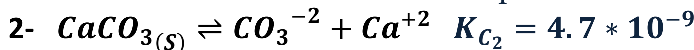
$CO_2 + CaCO_{3(S)} + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

✓ **الحل** | للحصول المعادلة المطلوبة وقيمة K_C لها :

❖ تبقى المعادلة الاولى كما هي والثانية تبقى كما هي والثالثة تقلب :



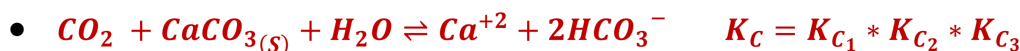
1- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad K_{C_1} = 4.2 * 10^{-7}$



2- $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2} \quad K_{C_2} = 4.7 * 10^{-9}$



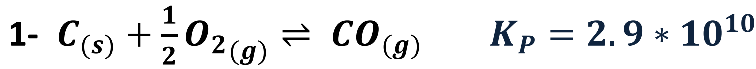
3- $H^+ + CO_3^{-2} \rightleftharpoons HCO_3^- \quad K_{C_3} = \frac{1}{4.8*10^{-11}}$



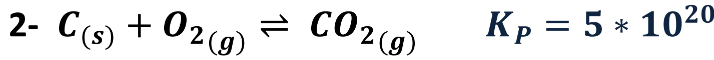
- $CO_2 + CaCO_{3(S)} + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^- \quad K_C = K_{C_1} * K_{C_2} * K_{C_3}$

$K_C = 4.2 * 10^{-7} * 4.7 * 10^{-9} * \frac{1}{4.8 * 10^{-11}} \Rightarrow K_C = 4.1 * 10^{-5}$

سؤال 2-29 | وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة حرارة $1000K$ للتفاعلات :



$$1- \; C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \qquad K_P = 2.9 * 10^{10}$$



$$2- \; C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad K_P = 5 * 10^{20}$$

- احسب ثابت الاتزان بدلالة K_C للتفاعل التالي $K_C = ?$ $\quad 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$

✓ الحل | للحصول على المعادلة المراد حساب K_C لها :

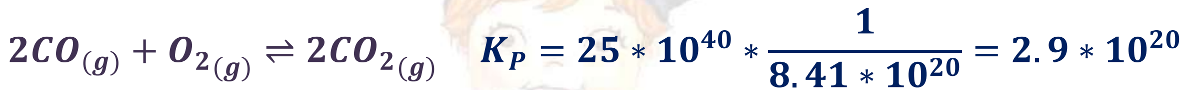
❖ نقلب المعادلة الاولى ونضربها 2* و المعادلة الثانية تضرب 2 *



$$1- \; 2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(s)} + O_{2(g)} \qquad K_P = \frac{1}{(2.9*10^{10})^2} = \frac{1}{8.41*10^{20}}$$



$$2- \; 2C_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad K_P = (5 * 10^{20})^2 = 25 * 10^{40}$$



$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad K_P = 25 * 10^{40} * \frac{1}{8.41 * 10^{20}} = 2.9 * 10^{20}$$

- نجد K_C بدلالة K_P

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$\Delta n_g = 2 - 3 = -1 \quad , \quad T_K = 1000K$$

$$K_C = 2.9 * 10^{20} * (0.082 * 1000)^{+1} \Rightarrow K_C = 2.9 * 10^{20} * 82 = 2.4 * 10^{22}$$

2-9 | حاصل التفاعل Q

هو حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة وليس بالضرورة ان تكون التراكيز في حالة اتزان .

❖ س | ماهي فائدة معرفة حاصل التفاعل :

❖ ج | لتحديد اتجاه سير التفاعل

❖ يمكن تحديد اتجاه سير التفاعل عن طريق مقارنته مع قيمة K_C:

❖ س | ماهي العلاقة بين Q و K_C بين ذلك

1- اذا كانت قيمة $Q = K_C$ فان التفاعل متزن

2- اذا كانت قيمة $Q < K_C$ فأن التفاعل يتجه من اليمين الى اليسار اي التفاعل خلفي .

3- اذا كانت قيمة $Q > K_C$ فأن التفاعل يتجه من اليسار الى اليمين اي التفاعل امامي .

ملاحظة | حاصل التفاعل Q نستخرجه من التراكيز الابتدائية

ملاحظات مهمة لحل مسائل حاصل التفاعل

1- في موضوع حاصل التفاعل يعطي او يطلب التراكيز الابتدائية للمواد الناتجة في بداية التفاعل

2- لا يمكن كتابة الفرضية تحت المعادلة الا بعد معرفة اتجاه سير التفاعل ويمكن معرفة اتجاه سير التفاعل من خلال :

أ- المقارنة بين قيمة K_C , Q

ب-من خلال معرفة تركيز احد المواد الابتدائي والنهائي حيث اذا كان تركيز المادة المتفاعلة A الابتدائي = 0.2 واصبح النهائي = 0.4 يعني ان الزيادة $(+X)$ من جهة المتفاعلات او اذا قل نفس تركيز الماده من 0.3 الى 0.2 يعني ان النقصان $(-X)$ في جهة المتفاعلات وكذلك للمواد الناتجة ايضاً يمكن معرفة الاتجاه عن طريق احد تراكيز موادها

ج- من خلال قاعدة لي شاتلية وتأثير درجة الحرارة .

3- بعد تحديد اتجاه التفاعل نحل كما تعلمنا سابقا معادلة فرضية قانون .

❖ انتبه : احنة اتعلمنه من نحل نفرض تركيز النواتج يساوي صفر والنقصان (-X) من جهة المتفاعلات والزيادة (+X) من جهة النواتج . لكن في موضوع حاصل التفاعل تركيز المادة الناتجة في بداية التفاعل مو صفر لو هو ينطي لو يطلبة وهذا الي يخلينه نعرف الموضوع يخص موضوع حاصل التفاعل زين بعد ما حددنه الموضوع يخص حاصل التفاعل لازم نحدد التفاعل وين اتجاهه حتى نعرف وين (+X) وين (-X) من الملاحظات اعلاه بعد ما حددنه اتجاه التفاعل نحل مثل ماجنه نحل قبل وحسب المطلوب

❖ انتبه : حاصل التفاعل نستخرجه من التراكيز الابتدائية و K_C نستخرجه من التراكيز في حالة اتزان (النهائية) .

سؤال 30-2 | في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون CO_2 , H_2 بدرجة حرارة $700K$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل المتفاعلات والنواتج علماً ان ثابت الاتزان $K_C = 5.29$

✓ الحل | نلاحظ انه اعطى تراكيز ابتدائي للمواد المتفاعلة والناتجة

- اذا السؤال يخص حاصل التفاعل : حيث نجد حاصل التفاعل ونقارن مع K_C لتحديد اتجاه سير التفاعل .
  - الحجم = 1 لتر ⇐ $M = n$

- $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2\,(g)} + H_{2(g)} \Rightarrow Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{(1)*(1)}{(1)*(1)} = 1$

❖ $\because K_C > Q$ لذلك التفاعل امامي

$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2\,(g)} + H_{2(g)}$

تراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغير بالتراكيز	-X	-X	+X	+X
تراكيز النهائية	1-X	1-X	1+X	1+X

- $K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2} \Longrightarrow 5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2}$ جذر الطرفين

$2.3 = \frac{1+X}{1-X} \Rightarrow 1 + X = 2.3 - 2.3X$

$2.3X + X = 2.3 - 1 \Rightarrow 3.3X = 1.3$

$X = \frac{1.3}{3.3} = 0.4\ M$

وعلية التراكيز عند الاتزان تصبح

- $[CO] = [H_2O] = 1 - X = 1 - 0.4 = 0.6\ M$
- $[CO_2] = [H_2] = 1 + X = 1 + 0.4 = 1.4\ M$

استراحه | | كلماتي

زرعتك وانتظرت احويك حاصل

انتهيت وما اظنك يوم حاصل

نعرفه السؤال على الا حاصل

اذا دخل تراكيز النواتج الابتدائية

سؤال 16-2 | في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع $3mol$ من B مع مولات مختلفة من C, A وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على $6\ mol =$ من C و كذلك $6\ mol =$ من A ما عدد مولات كل من C, A قبل بدء التفاعل . علما بأن $K_C = 1.5$ للتفاعل .

✓ **الحل |**

نعرف ان السؤال يخص موضوع حاصل التفاعل لأنه اعطى تراكيز للمواد الناتجة في بدء التفاعل لذلك نحتاج تحديد اتجاه سير التفاعل نلاحظ اعطى تركيز B الابتدائي يمكن ان نعرف تركيزه النهائي ومن خلاله نحدد اتجاه سير التفاعل

- $K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \quad \Rightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]} \quad \Rightarrow \quad [B] = \frac{(6)^3}{(6)^2 * 1.5} = 4\ mol$
- نلاحظ ان تركيز B الابتدائي $3mol$ والنهائي $4mol$ اذا الزيادة بالمتفاعلات

(هذا يعني ان الزيادة باتجاه المتفاعلات)

	2A +	B	⇌ 3C
تراكيز الابتدائية	a	3	b
التغير بالتراكيز	+2X	+X	-3X
تراكيز النهائية	a+2X	3+X	B-3X

❖ بما ان $[B]$ النهائي = 4

- $[B]: \ 3 + X = 4 \quad \Rightarrow X = 4 - 3 = 1$
- $[A]: \ a + 2X = 6 \quad \Rightarrow [A] = a + 2 * 1 = 6$

  $a + 2 = 6 \quad \Rightarrow a = 6 - 2 = 4mol$
- $[C]: \ b - 3X = 6 \quad \Rightarrow \ b - 3X \quad \Rightarrow b - 3 * 1 = 6$

  $b - 3 = 6 \ \Rightarrow b = 9mol$



تمرين 2-15 | في اناء حجمه $2L$ سخن $1.4\ mol$ من مزيج الغازات HBr ، Br_2 ، H_2 الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الأتزان $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد HBr من غازي Br_2 ، H_2 بدلالة الضغوط الجزيئية يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة المتبقية في الأناء عند الاتزان .

✓ الحل | نلاحظ انه اعطى تراكيز للمواد الناتجة و المتفاعلة اي انه السؤال يخص Q ونلاحظ ايضاً اعطى K_P لتفاعل ونحن نحتاج K_C لتفاعل مختلف لذلك :

- $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(g)} \rightleftharpoons HBr_{(g)} \qquad K_P = 0.25$
- $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \qquad K_P = (0.25)^2 = 0.0625$

❖ نجد K_C بدلالة K_P :

لأن $\Delta n_g = 0$ $\quad K_P = K_c \quad \Rightarrow \quad \Delta n_g = 2 - 2 = 0$

$K_C = K_P = 0.0625$

- نجد حاصل التفاعل لتحديد اتجاه سير التفاعل

$[H_2] = [Br_2] = [HBr] = \frac{1.4}{2} = 0.7 \Leftarrow$

○ $Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$

$Q = \frac{[0.7]^2}{[0.7][0.7]} = 1$

❖ ∵ $Q > K_C$ لذلك التفاعل يكون بالاتجاه الخلفي .

(يعني زيادة بالمتفاعلات $+X$ ونقصان $-X$ بالنواتج).

	$H_{2(g)}$	$+ Br_{2(g)}$	$\rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$
تراكيز الابتدائية	0.7	0.7	0.7
التغير بالتراكيز	+X	+X	-2X
تراكيز النهائية	0.7+X	0.7+X	0.7-2X

- $K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \quad \Rightarrow 0.0625 = \frac{(0.7-2X)^2}{(0.7+X)^2}$ بالجذر

$0.25 = \frac{0.7 - 2X}{0.7 + X} \quad \Rightarrow \quad 0..7 - 2X = 0.175 + 0.25X$

$2X + 0.25X = -0.175 + 0.7$

$2.25X = 0.525 \quad \Rightarrow X = \frac{0.525}{2.25} = 0.233\ M$

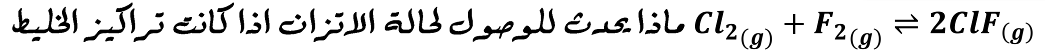
❖ التراكيز عند الاتزان تساوي :

- $[H_2] = [Br_2] = 0.7 + X = 0.7 + 0.233 = 0.933M$
- $[HBr] = 0.7 - 2X = 0.7 - (2 * 0.233) = 0.234M$

❖ يمكن حساب عدد المولات المتبقية من $n = M * V$

○ $n_{H_2} = n_{Br_2} = 2 * 0.933 = 1.866\ mol$

○ $n_{HBr} = 2 * 0.234 = 0.468\ mol$



سؤال 17-2 | ثابت الاتزان K_C يساوي 19.9 بدرجة حرارة $2500K$ للتفاعل المتزن $Cl_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2ClF_{(g)}$ ماذا يحدث للوصول لحالة الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط

$[ClF] = 1.2M$, $[Cl_2] = 0.2\ M$, $[F_2] = 1M$

✓ الحل | هنا يطلب اتجاه سير التفاعل لذلك نحتاج Q ونقارنه مع K_C ونحدد اتجاه التفاعل :

$$Q = \frac{[ClF]^2}{[Cl_2][F_2]} = \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = \frac{1.44}{0.2} = 7.2$$

$K_C = 19.9$ و $Q = 7.2$

❖ ∵ $K_C > Q$ لذلك التفاعل يكون باتجاه النواتج اي يتراح التفاعل للأمام .

❖ ملاحظة: في موضوع حاصل التفاعل اذا اعطى تراكيز ولم يحدد هل هي ابتدائية او نهائية نعتبرها ابتدائية ونجد منها Q

مثال 12-2 | ثابت الاتزان للتفاعل : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند $500°C$ هو 0.06

ادرس الحالات التاليه وقرر اتجاه سير التفاعل (علماً ان جميع التراكيز معبر عنها بوحدة mol/l

	$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
1-	0.002	0.00001	0.001
2-	0.345	0.000015	0.0002
3-	0.01	5.00	0.0001

✓ الحل | نجد Q لكل تجربة ونقارن مع K_C ونحدد اتجاه سير التفاعل .

1- $Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5 * 10^5$

- نلاحظ ان $K_C < Q$ فأن التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي اي ان النظام يتراح نحو اليسار (باتجاه المتفاعلات) لكي يصل الى حالة اتزان جديده .

2- $Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0002)^2}{(0.345)^3(0.000015)} = 0.06$

- نلاحظ ان $K_C = Q$ فأن التفاعل في حالة اتزان .

3- $Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002$

- نلاحظ ان $K_C > Q$ فأن التفاعل يسير بالاتجاه الامامي اي ان النظام يتراح نحو اليمين (باتجاه النواتج) لكي يصل الى حالة اتزان جديده .

تمرين 14-2 | للتفاعل الغازي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان K_C له يساوي 9.0

(1) هل ان مزيج مكون من 2.0 mol من كل من الغازات $H_2, N_2\ ,\ NH_3$ في وعاء حجمه لتر $1.0L$ يمثل حالة اتزان ولماذا ؟

(2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متزن .

✓ الحل | لاحظ انه معطى تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة اذا نستخرج Q ونقارن مع K_C

- $M = n$ لأن الحجم 1 لتر

- $Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = 0.25$
- $K_C \neq Q$ اذا التفاعل غير متزن اذا كان حجم الاناء = $1L$

❖ نجد الحجم الذي يجعل التفاعل متزن حيث $M = \frac{n}{V(L)}$ نعوض مكان التركيز $\frac{n}{V(L)}$

- $K_C = Q$ لأننا فرضنا التفاعل متزن .

- $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 9 = \frac{\left(\frac{2}{V}\right)^2}{\left(\frac{2}{V}\right)^3\left(\frac{2}{V}\right)}$

$9 = \frac{1}{\left(\frac{2}{V}\right)^2} \Rightarrow 9 = \frac{V^2}{4}$ بالجذر التربيعي

$3 = \frac{V}{2} \Rightarrow V = 6L$

❖ اذا يكون المزيج في حالة اتزان عندما يكون الحجم (6L)

10-2 | العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وحاصل التفاعل Q

- للتفاعل الاتي : $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$

❖ ترتبط الطاقة الحرة الغير قياسية مع الطاقة الحرة القياسية لهذا التفاعل بالعلاقة الاتية :

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b} \ldots\ldots\ldots (1)$

  - حيث R : هو ثابت الغازات $R = 8.314 \ J/K.mol$
  - و T درجة الحرارة بالكلفن T_K

❖ ومن تعريف حاصل القسمة يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة الاتية :

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q \ \ldots \ \ldots\ldots (2)$

وعند وصول التفاعل الى حالة اتزان تكون قيمة الطاقة الحرة ΔG مساوية للصفر

($\Delta G = 0$) و Q عند الاتزان يصبح K_{eq} .

❖ حيث تصبح المعادلة (2) بالشكل

- $\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$

- ملاحظة ΔG° هنا بوحدات الجول J وليس KJ

سؤال 2-33 | وضح الفرق بين $\Delta G, \Delta G^\circ$ واكتب العلاقة بينهما ومتى تكون $\Delta G = \Delta G^\circ$ اثبت ذلك حسابياً ؟

✓ الحل |

- ΔG:- هي مقدار التغير في الطاقة الحرة الغير قياسية بظروف غير قياسية
- ΔG°:- في مقدار التغير في الطاقة الحرة القياسية بظروف قياسية .

❖ العلاقة بينهما هي : $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ lnQ$

- وتكون $\Delta G = \Delta G^\circ$ عندما يكون $Q = 1$ (حيث $ln\ 1 = 0$)

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ lnQ$

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT * \ ln1$

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT * 0$

$\Delta G = \Delta G^\circ$

مثال 2-13 | اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي تساوي $\Delta G^\circ = -104\ \ KJ/mol$ عند درجة حرارة $25℃$ وضغط $1atm$ $CCl_{4(L)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + CHCl_{3(L)}$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} للظروف نفسها ؟

علما ان $ln\ 1.7 * 10^{18} = 42$

✓ الحل |

- نحول ΔG° الى وحدات الجول : $\Delta G^\circ_{J/mol} = -104 * 1000 = -104000\ J/mol$
- نحول الحرارة الى T_K $\quad T_K = 25 + 273 = 298\ K$
- $R = 8.314\ J/K.mol$

- $\Delta G^\circ = -RT\ lnK_{eq}$

$-104000\ J/mol = -8.314\ J/K.mol * 298 * ln\ K_{eq}$

$-104000 = -2477.572 * ln\ K_{eq}$

$ln\ K_{eq} = \dfrac{-104000}{-2477.572} \Rightarrow ln\ K_{eq} = 42$

$ln\ K_{eq} = ln\ \ 1.7 * 10^{18} \Rightarrow \quad K_{eq} = \ \ 1.7 * 10^{18}$

- نلاحظ القيمة الكبيرة وهذا يدل على ان التفاعل شبة تام .

سؤال 2-34 | اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm تساوي $1 * 10^{-14}$ احسب قيمة ΔG° للتأين : $H_2O \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

علما ان $ln10^{-14} = -32.24$

✓ **الحل** | بما ان التفاعل هو معادلة التأين للماء اذا K_{eq} هو ثابت التأين

❖ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

$$\Delta G^{\circ} = -RT\ lnK_{eq}$$
$$\Delta G^{\circ} = -\ 8.314\ J/K.mol * 298\ K * ln10^{-14}$$
$$\Delta G^{\circ} = -2477.572 * ln10^{-14}$$
$$\Delta G^{\circ} = -2477.572 * -32.24$$
$$\Delta G^{\circ} = 79881\ J/mol$$

تمرين 2-16 | احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل التالي عند 25°C وضغط 1atm
$2H_2O_{(L)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ اذا علمت ان الطاقة الحرة لتكوين الماء هي
$\Delta G^{\circ}_{f\,(H_2O)} = -237\,\frac{KJ}{mol}$ وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائي في درجة حرارة 25°C

علما ان : $ln\ 8 * 10^{-84} = -191.3$

✓ **الحل** | نجد ΔG°_r من مجموع الطاقات الحرة القياسية للتكوين .

- $\Delta G^0_r = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$

$$\Delta G^0_r = [2 * +0] - [2 * -237] = 474\ KJ/mol$$
$$\Delta G^0_r\ J/mol = 474\ KJ/mol\ * 1000 = 474000\ J/mol$$

❖ قيمة ΔG^0_r موجبة اذا التفاعل لا يحدث تلقائيا

❖ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

❖ $\Delta G^{\circ} = -RT\ lnK_{eq}$

$$474000\ J/mol = -8.314\ J/K.mol * 298\ K * lnK_{eq}$$
$$lnK_{eq} = \frac{474000\ J/mol}{-\ 8.314 * 298} \Rightarrow lnK_{eq} = -191.3$$
$$lnK_{eq} = ln\ 8 * 10^{-84}$$
$$K_{eq} = \ 8 * 10^{-84}$$

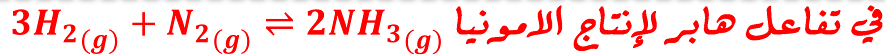
2 - 11 قاعدة لو شاتلية

اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

❖ هذا المبدأ يشبه قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص:

(لكل فعل رد فعل مساوٍ له بالقوة ومعاكس له بالاتجاه)

❖ المؤثرات الخارجية التي تؤدي الى الإخلال بحالة الاتزان هي :



1- تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة على موضع الاتزان :

في تفاعل هابر لإنتاج الامونيا $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

- عند اضافة او سحب مادة متفاعلة او ناتجة نلاحظ انه :

أ- عند اضافة مزيد من الهيدروجين H_2 و النتروجين N_2 (مواد متفاعلة) :

○ فأن التفاعل يتراح الى الامام (اي باتجاه النواتج) للتخلص من الزيادة الحاصلة .

ب-عند سحب كمية من H_2 و N_2 (مواد متفاعلة) :

○ فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الخلفي لسد النقص الحاصل في المواد المسحوب منها .

ج- عند اضافة مزيد من الامونيا NH_3 (مادة ناتجة) :

○ فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الخلفي (باتجاه المتفاعلات) للتخلص من الزيادة الحاصلة في تركيز NH_3

د- عند سحب كمية من الامونيا NH_3 :

○ فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الامامي لسد النقص الحاصل في الامونيا .

ملاحظات



1- عند الاضافة للمواد المتفاعلة او الناتجة فأن التفاعل ينزاح عكس الاضافة .

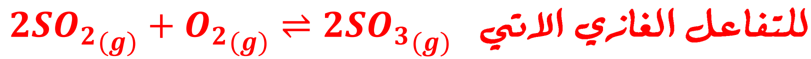
2- عند سحب مادة متفاعلة او ناتجة فأن التفاعل ينزاح باتجاه المسحوب منه .

3- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة يؤثر للمواد الغازية فقط (اي عند اضافة او سحب مادة صلبة لا يؤثر على موضع الاتزان لو اخذنا التفاعل الاتي فأن اضافة B او سحب منه لا يؤثر

$$A_{(g)} + B_{(s)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$$

انتبه

حتى تفهم شلون يأثر التغير بالتركيز على حالة الاتزان تذكر ان المواد الناتجة والمواد المتفاعلة جيران بينهم بس سهم التفاعل(⇌) اي واحد منهم تجي اضافة يدزهه للأخر. واي واحد يسحبون منه جيرانه يدزله لسد النقص الحاصل عنده



2- تأثير الضغط او حجم الاناء لتفاعل على موضع الاتزان :

للتفاعل الغازي الاتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

يعتمد تأثير الضغط على عدد مولات المواد الناتجة والمتفاعلة حيث نلاحظ عدد مولات النواتج = 2 ومجموع عدد مولات المتفاعلات =3 لذا عند زيادة الضغط فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي وعند نقصان الضغط يتجه بالاتجاه الخلفي

ملاحظات

1- زيادة الضغط ترجح التفاعل باتجاه عدد المولات الاقل .

2- نقصان الضغط ترجح التفاعل باتجاه عدد المولات الاكبر .

3- في حال تساوت عدد مولات النواتج مع المتفاعلات فأن الضغط لايؤثر على حالة الاتزان

4- علاقة الضغط بالحجم عكسية حيث :

عند نقصان الحجم يزداد الضغط وعند زيادة الحجم يقل الضغط

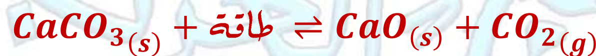
5- تأثير الضغط او حجم الاناء على المواد الغازية فقط .

اما المواد الصلبة عند حساب عدد المولات كأنها لا توجد نعطي عدد مولاتها = صفر

3- تأثير درجة الحرارة

❖ لفهم تأثير درجة الحرارة نقسم التفاعلات الى :

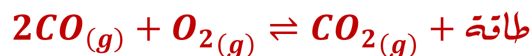
أ- تفاعل ماص للحرارة $(\Delta H = +)$ أي ان الحرارة في جانب المتفاعلات



$$CaCO_{3(s)} + طاقة \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة على التفاعل او التسخين فأن التفاعل ينزاح باتجاه النواتج للتخلص من الزيادة الحاصلة في الحرارة وعند التبريد (نقصان الحرارة) فأن التفاعل ينزاح باتجاه المواد المتفاعلة لسد النقص الحاصل .

ب- تفاعل باعث للحرارة $(\Delta H = -)$ اي ان الحرارة في جانب النواتج :



$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + طاقة$$

حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة او التسخين فأن التفاعل يتجه باتجاه المواد المتفاعلة للتخلص من الزيادة الحاصلة وعند تبريد التفاعل (نقصان الحرارة) فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الامامي (باتجاه المواد الناتجة) لسد النقص الحاصل .

ملاحظات

1- التفاعل الماص للحرارة (شتاء) يحتاج حرارة بالتسخين (زين) امامي وبالتبريد (موزين) خلفي

2- التفاعل الباعث للحرارة (صيف) يبعث حرارة بالتسخين (موزين) خلفي وبالتبريد (زين) امامي

3- المصطلحات (خفض – نقصان – تبريد) كلها تعني نقصان الحرارة .

4- المصطلحات (رفع – زيادة – تسخين) كلها تعني زيادة الحرارة .

4- تأثير اضافة العامل المساعد

- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان (علل)
- ج / لأن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الامامي والتفاعل الخلفي بنفس الدرجة حيث يتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعه عالية بدون حدوث تغيرات في المواد الداخلة في التفاعل .

❖ **ملاحظة** / عند اضافة العامل المساعد على تفاعل متزن فأنه لا يؤثر على موضع الاتزان .

11-2 | العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان .

ان كل من الضغط والحجم والتركيز والعامل المساعد لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان . درجة الحرارة فقط تؤثر على ثابت الاتزان حيث ان ثابت الاتزان يزداد بزيادة التراكيز المواد الناتجة :

$$\text{ثابت الاتزان} = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$$

- اي ان ثابت الاتزان يتناسب طردي مع تركيز المواد الناتجة

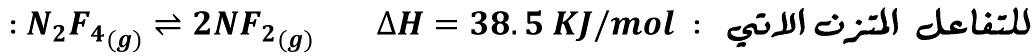
❖ **ملاحظة مهمة** :الحرارة عندما تجعل التفاعل امامي زادت قيمة ثابت الاتزان وكلما تجعل التفاعل خلفي قلت قيمة ثابت الاتزان .

❖ **ملاحظة** | المادة التي يخرج منها سهم التفاعل تقل والمادة التي يذهب اليها سهم التفاعل تزداد .



ملاحظة | في اسئلة قاعدة لوشاتليه : عندما يطلب التأثير على حالة الاتزان(يريد تحديد اتجاه التفاعل)

وعندما يطلب التأثير على ثابت الاتزان(يقل او يزداد)وعندما يطلب اجراءات ترفع المنتوج (نعطي الاجراءات التي تجعل التفاعل امامي) اما عندما يطلب التأثير على التراكيز (يعني يطلب زيادة التركيز او نقصانه)



مثال 2-15 | ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان :

للتفاعل المتزن الاتي : $\Delta H = 38.5\ KJ/mol$ $N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)}$:

1- تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق .
2- سحب N_2F_4 من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم .
3- خفض الضغط على خليط المتزن بدرجة حرارة ثابتة .
4- اضافة العامل المساعد على خليط الاتزان .

✓ **الحل | ملاحظة بما ان $(\Delta H = +)$ اذا التفاعل ماص (الحرارة بالمتفاعلات)**

1- التفاعل ماص للحرارة وعند تسخين يتجه التفاعل نحو اليمين للتخلص من الحرارة الفائضة و بالتالي تزداد قيمة ثابت الاتزان .
2- عند سحب كمية من N_2F_4 فأن التفاعل يتجه باتجاه المسحوب منه اي ان التفاعل يتجه نحو اليسار لسد النقص الحاصل وثابت الاتزان لا يتأثر .
3- عند خفض الضغط يتجه التفاعل باتجاه المولات الاكبر $\Delta n = 2 - 1 = 1$ حيث سيتجه نحو اليمين بالتالي يزداد تركيز النواتج وثابت الاتزان لا يتأثر .
4- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان لكنه يخفض طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التفاعل الامامي والخلفي بنفس الدرجة .

تمرين 2-18 | للتفاعل المتزن الاتي $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ $\Delta H = 428\ KJ/mol$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

1- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بانقاص حجم الاناء
2- إضافة مزيد من O_2 الى النظام
3- خفض درجة الحرارة
4- اضافة العامل المساعد

✓ **الحل | ملاحظة بما ان $(\Delta H = +)$ التفاعل ماص للحرارة (الحرارة بالمتفاعلات)**

1- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي نحو اليمين باتجاه النواتج وثابت الاتزان لا يتأثر .
2- اضافة مزيد من O_2 ترجع التفاعل الامامي للتخلص مت الزيادة الحاصلة وثابت الاتزان لا يتأثر .
3- خفض حرارة التفاعل الماص للحرارة ترجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل في الحرارة وان النواتج تقل لذلك تقل قيمة ثابت الاتزان .
4- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان لكنه يخفض من طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التفاعل الامامي و الخلفي بنفس المقدار .

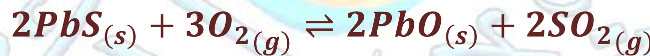
سؤال 6-2 | التفاعل الغازي المتزن الاتي $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي $\Delta H = 92.5\ KJ/mol$.

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

1- خفض درجة الحرارة
2- اضافة زيادة Cl_2 الى خليط الاتزان
3- سحب PCl_3 من خليط الاتزان
4- زيادة الضغط على خليط الاتزان
5- اضافة العامل المساعد

✓ الحل | ملاحظة $(\Delta H = +)$ التفاعل ماص (الحرارة بالمتفاعلات)

1- خفض حرارة التفاعل الماص ترجع التفاعل الخلفي وتقل قيمة ثابت الاتزان .
2- اضافة زيادة من Cl_2 ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
3- سحب PCl_3 يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل وقيمة الاتزان لا تتأثر .
4- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه المتفاعلات حيث يترجع التفاعل الخلفي وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
5- لا يأثر على موضع الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان .



سؤال 9-2 | التفاعل المتزن الاتي الباعث للحرارة :

$$2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$$

- وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة لاتزان وقيمة ثابت الاتزان :

1- خفض الضغط المسلط على التفاعل
2- تبريد اناء التفاعل

✓ الحل | ملاحظة/ المواد الصلبة (S) لا تدخل ولا تتأثر بالعوامل المؤثرة .

1- عند خفض الضغط يتجه التفاعل باتجاه عدد المولات الاكثر اي يتجه التفاعل الخلفي وثابت الاتزان لا يتأثر.
2- تبريد التفاعل يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في الحرارة وقيمة ثابت الاتزان تزداد .

سؤال 2-10 | التفاعل الاتي الماص للحرارة يجري في اناء مغلق :

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$$

- ماذا يحدث للتفاعل عند :

1- تقليل حجم الاناء — ج/ ينرجع التفاعل نحو التفاعلات (تفاعل خلفي)
2- اضافة مزيد من CaO الى خليط الاتزان — ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة
3- سحب جزء من $CaCO_3$ الى خليط الاتزان — ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة
4- اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان — ج/ يترجع التفاعل الخلفي
5- زيادة درجة الحرارة — ج/ ترجع التفاعل الامامي

سؤال 2-5 | للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

1- عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن
2- رفع درجة حرارة اناء التفاعل
3- سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

✓ الحل |

1- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه النواتج
2- رفع درجة حرارة الباعث ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة
3- سحب N_2O_4 يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في كمية N_2O_4

سؤال 2-7 | التفاعل المتزن الاتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل $\Delta H = -198.2$

ماذا يحدث لتراكيز SO_3 , O_2 , SO_2 عند الاتزان بعد :

1- زيادة درجة حرارة التفاعل
2- تقليل الضغط المسلط على التفاعل
3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
4- اضافة عامل مساعد

✓ الحل | نلاحظ ان التفاعل باعث للحرارة (الحرارة بالنواتج)



العوامل المؤثرة	التأثير على تراكيز المواد		
	$[SO_3]$	$[O_2]$	$[SO_2]$
1- زيادة درجة حرارة التفاعل	يقل تركيزه	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه
2- تقليل الضغط المسلط على التفاعل	يقل تركيزه	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه
3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان	يزداد تركيزه	يقل تركيزه	يقل تركيزه
4- اضافة عامل مساعد	لا يؤثر	لا يؤثر	لا يؤثر

- **انتبه** : في الاسئلة التي يطلب منك ما هي الاجراءات التي تؤدي الى رفع المنتوج مثل سؤال 23-2 وتمرين 2-19 خلي اىالك تنطي الاجراءات الى تخلي التفاعل يصير امامي .

تمرين 2- 19 | يصل مزيج الغازات C_2H_4 , H_2 , C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي:

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137\ KJ/mol$$

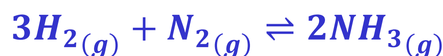

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل:

✓ **الحل** | ملاحظة ΔH في النواتج يعني ان التفاعل باعث

1- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة
2- سحب غاز C_2H_6 باستمرار
3- خفض كمية حرارة التفاعل كون ان التفاعل باعث حيث تبريد التفاعل يرجح التفاعل الامامي
4- زيادة الضغط يرجح التفاعل باتجاه المولات الاقل اي النواتج .

سؤال 2-23 | صف اربع اجراءات تؤدي الى رفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$



✓ **الحل** |

1- سحب غاز NH_3 باستمرار ترجح التفاعل الامامي
2- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة ترجح التفاعل الامامي
3- زيادة الضغط ترجح التفاعل الامامي
4- خفض حرارة التفاعل الباعث ترجح التفاعل الامامي

سؤال 2-8 | هل يؤدي دائما رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ؟

- اذا كانت اجابتك النفي ما التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي الى زيادة النواتج ؟
- بين ذلك مع ذكر امثلة ؟

✓ **الجواب** | كلا ليس كل التفاعلات تؤدي الى زيادة تركيز النواتج عند رفع درجة الحرارة . التفاعلات الماصة هي فقط ترجع التفاعل الامامي عند رفع الحرارة حيث تؤدي الى زيادة النواتج بينما التفاعلات الباعثة عند رفع درجة الحرارة ترجح التفاعل الخلفي اي تؤدي الى نقصان تركيز المواد الناتجة .

- **مثال 2-14** | التفاعل المتزن الاتي $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

ΔH للتفاعل تساوي $-181\ KJ$ عند درجة حرارة $298K$ و K_P للتفاعل تساوي $3.2 * 10^{20}$ بين هل قيمة K_P عند $500K$ اكبر ام اقل من قيمتها عند $298\ K$ للتفاعل نفسه ؟

✓ **الحل** | (ملاحظة بما ان $(\Delta H = -)$ اذا التفاعل باعث)

ان التفاعل الباعث للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليسار وذلك لتخلص من الزيادة الحاصلة في درجة الحرارة وبالتالي تقل تراكيز النواتج عند الاتزان وتزداد تركيز المتفاعلات وبالتالي تقل K_P لهذا التفاعل بدرجة حرارة $(500K)$.

تمرين 2-17 | للتفاعل المتزن الاتي $2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(g)}$ (للتفاعل $\Delta H = 858\ KJ$)

عند درجة حرارة $1000K$ و $K_P = 7.4 * 10^{-16}$ بين هل ان قيمة K_P عند $1500\ K$ للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند $1000\ K$ للتفاعل نفسه .

✓ **الحل** | ملاحظة $(\Delta H = +)$ التفاعل ماص (يعني الحرارة بالمتفاعلات)

ان التفاعل الماص للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليمين للتخلص من الحرارة الفائضة وبالتالي يزداد تركيز النواتج ويقل تركيز المتفاعلات وبالتالي تزداد قيمة K_P لهذا التفاعل بدرجة حرارة 1500 K

ملاحظة | في الاسئلة التي تكون (هل ان التفاعل باعث للحرارة ام ماص) .
يجب ان تكون لديك قيمتين لثابت الاتزان كل قيمة عند درجة حرارة معينة.
ونقارن هل ان قيمة ثابت الاتزان زادت او قلت بارتفاع او انخفاض درجة الحرارة .

سؤال 2-31 | للتفاعل التالي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل $K_C = 6 * 10^{-3}$ عند درجة حرارة $298\ K$ ولكنه يساوي $K_C = 1.5 * 10^{-2}$ عند درجة حرارة $35°C$ هل ان تفكك غاز N_2O_4 باعث ام ماص ؟

✓ **الحل** |

- عند حرارة $298\ K$ $\quad K_C = 6 * 10^{-3}$

$$T_K = 35 + 273 = 308\ K$$

- عند حرارة $308\ K$ $\quad K_C = 1.5 * 10^{-2}$

وعليه نلاحظ انه عند ارتفاع درجة الحرارة زادت قيمة K_C اي انه التفاعل اتجه نحو النواتج حيث كلما زادت قيمة النواتج زادت قيمة K_C وهذا يعني ان التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند زيادة الحرارة يرجع التفاعل الامامي للتخلص من الزيادة الحاصلة .

التخلص من الحرارة ⟶


$A +$ حرارة $\rightleftharpoons B$

↗ زيادة حرارة

سؤال 2-32 | للتفاعل التالي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بحرارة $25°C$ يحتوي على $[SO_2] = 0.08M$, $[SO_3] = 0.002M$, $[O_2] = 0.01M$
وعند تبريد التفاعل الى $10°C$ وجد ان $K_C = 4$ هل ان التفاعل باعث ام ماص

✓ **الحل** |

- عند حرارة $25°C$:

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

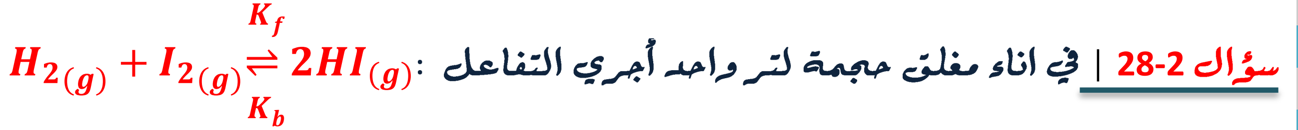
- عند حرارة $10°C$: $\quad K_C = 4$

وعلية نلاحظ قلت قيمة $K_C =$ بانخفاض درجة الحرارة اي ان التفاعل انزاح باتجاه المتفاعلات اذا التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند اخفاض الحرارة يرجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل ،

سد نقص ⟵


$A +$ حرارة $\rightleftharpoons B$

↙ نقصان حرارة



سؤال 2-28 | في اناء مغلق حجمه لتر واحد أجري التفاعل: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(g)}$

عند درجة الحرارة 490°C كان ثابت سرعة التفاعل الامامي يساوي $K_f = 0.6256$ و وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.0136$. وان ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة $872\ K$ يساوي 59 . بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يلي من اجراءات :

1- اضافة مزيد من H_2

2- انخفاض درجة الحرارة

3- ازاحة بعض من I_2

✓ الحل |

1- ان اضافة مزيد من H_2 يرجع التفاعل بالاتجاه الامامي (→) وبالتالي تزداد عدد مولات HI

2- نستخرج قيم K_C في الحرارتين لمعرفة هل ان التفاعل ماص ام باعث :

- $T_K = 490 + 273 = 763K$

عند $763K$ الاتزان ثابت $K_C = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$

عند $872\ K$ ثابت الاتزان $K_C = 59$

نلاحظ ان قيمة K_C زادت بارتفاع درجة الحرارة اي ان قيمة النواتج زادت حيث ان عند الرفع درجة الحرارة ترجع التفاعل الامامي اذا التفاعل ماص للحرارة اما عند خفض الحرارة للتفاعل الماص فانه يرجع التفاعل الخلفي ←
و بالتالي تقل عدد مولات HI .

3- عند ازاحة I_2 فأن التفاعل يتراح باتجاه المتفاعلات سد النقص الحاصل وبالتالي تقل عدد مولات HI

سؤال 13-2 | للتفاعل الغازي المتزن $A \rightleftharpoons 2B$ من خلال الجدول التالي :

- احسب قيمة K_C, K_P للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة
- ثم بين هل ان التفاعل ماص او باعث للحرارة :

رقم NO	$A_{mol/L}$	$B_{mol/L}$	درجة الحرارة / °C
1.	0.0125	0.843	200
2.	0.171	0.764	300
3.	0.250	0.724	400

✓ الحل | ملاحظة نجد قيمة K_C من التراكيز ونجد K_P من العلاقة بين K_C, K_P لكل تفاعل ثم نقارن قيم K_C ونلاحظ ماذا يحدث عند زيادة الحرارة حيث نستطيع معرفة التفاعل باعث ام ماص :

التفاعل الاول :

- $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.843)^2}{(0.0125)} = 56.85$

$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$, $T_K = 200 + 273 = 473K$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 56.85(0.082 * 473)^1 \Rightarrow K_P = 2205$

التفاعل الثاني :

- $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.764)^2}{(0.171)} = 3.41$

$\Delta n_g = 2 - 1 =$ $T_K = 300 + 273 = 573K$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 3.41(0.082 * 573)^1 \Rightarrow K_P = 160.3$

التفاعل الثالث :

- $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.724)^2}{(0.250)} = 2.09$

$\Delta n_g = 2 - 1 =$ $T_K = 400 + 273 = 673K$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 2.09(0.082 * 673)^1 \Rightarrow K_P = 115.7$

- نلاحظ ان قيمة ثابت الاتزان تقل كلما زادت درجة الحرارة اذا التفاعل باعث للحرارة .

سؤال 2-22 | للتفاعل الغازي الباعث $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من H_2 , I_2 وضعفها من HI فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على $1mol$ من HI و $2mol$ من H_2 , I_2 احسب :

1- تراكيز مكونات المزيج قبل التفاعل .

2- K_C للتفاعل .

✓ **الحل** | نلاحظ ان حرارة التفاعل قد ارتفعت(من تلقاء نفسها) بمجرد وضع مواد التفاعل ،

- اي ان التفاعل باعث اي انه اتجه نحو النواتج بأتجاه الحرارة .



$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$

	$2HI$	H_2	I_2
تراكيز الابتدائية	2a	a	A
التغير بالتراكيز	-2X	+X	+X
تراكيز النهائية	2a-2X	a+X	a+X

- من معطيات السؤال نحصل على معادلتين انيتين :

- $[H_2] = [I_2] \Rightarrow a + X = 2 \; ..... (1)$ معادلة (1) نضرب $* \; 2$

$[HI] \Rightarrow 2a - 2X = 1$

$2a + 2X = 4$

- $2a - 2X = 1$

$4a = 5 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{5}{4} = 1.25 \; M$

- $[H_2] = [I_2] = 1 * 1.25 = 1.25M$
- $[HI] = 2 * 1.25 = 2.5 \; M$

$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \quad \Rightarrow K_C = \frac{2 * 2}{1} = 4$

استراحه || كلماتي

شتلني ابدربة بس والله لـ اشتليه

وردة ابوسط بستاني لـ اشتليه

الفصل الثاني اظبطلي لي شاتليه

تعاليل ومسائل تجي هيه

سؤال 2-3 | علل ما يأتي (مهم)

1- زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g(P) < \Delta n_g(R)$ يؤدي الى خفض المنتوج ؟

- الجواب | زيادة حجم الاناء يعني تقليل الضغط حيث ان التفاعل يتجه باتجاه المولات الاكبر والتي في هذا التفاعل مولات المواد المتفاعلة مما يؤدي الى تقليل المنتوج .

2- في التفاعل الافتراضي المتزن $A \rightleftharpoons B +$ طاقة لا تتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط الكلي ؟

- الجواب | لأن عدد مولات المادة الناتجة يساوي عدد مولات المادة المتفاعلة حيث لا يؤثر الضغط على موضع الاتزان .

3- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير الانعكاسية تكون كبيره جداً ؟

- الجواب | وذلك لان جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين مواد ناتجة حيث ان تركيز المادة المتفاعلة = صفر وتكون كمية الناتج كبيره بالتالي قيمة ثابت الاتزان كبيرة .

4- ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$ ؟

- الجواب | لأن قيمة Q اكبر من قيمة K_C مما يرجح التفاعل الخلفي وتزداد درجة حرارة التفاعل الماص .

5- يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت فيه K_C عند زيادة درجة حرارة التفاعل ؟

- الجواب | لأن زيادة درجة الحرارة التفاعل الباعث ترجح التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تقل قيمة K_C كلما كان التفاعل خلفي .

6- قيمة K_C تزداد عند رفع حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة .

- الجواب | لأن ارتفاع حرارة التفاعلات الماص للحرارة ترجح التفاعل الامامي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تزداد قيمة K_C كلما كان التفاعل امامي .

7- زيادة الضغط على خليط متوازن $\Delta n_g = +1$ فأن الاتزان يتراح باتجاه المتفاعلات ؟

- الجواب | لأن قيمة Δn_g موجبة يعني ان عدد مولات الناتج اكبر من عدد مولات المتفاعل وزيادة الضغط ترجح التفاعل باتجاه المولات الاقل اي نحو المواد المتفاعلة .

8- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة تماماً ؟

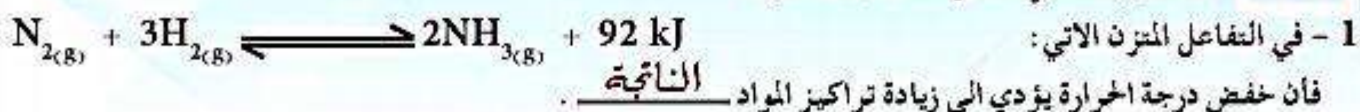
- الجواب | التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة يحدث فيها استهلاك تام للمواد المتفاعلة بينما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات تستمر باتجاهين وصلت الى حالة الاتزان وتراكيزها اصبحت ثابتة .

9- في التفاعل المتزن الاتي : $SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_2Cl_{2(g)} +$ طاقة ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى الخليط ؟

- الجواب | لأن عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان ترجح التفاعل الخلفي حيث تزداد حرارة التفاعل الماص كلما كان التفاعل متجه نحو المتفاعلات .

2-1 املأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها :

1 - في التفاعل المتزن الاتي :

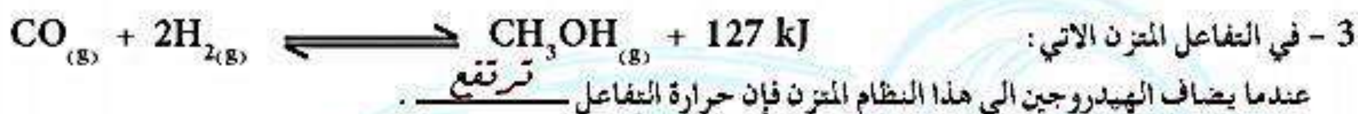


$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ kJ$

فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد الناتجة .

2 - اذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_c لنظام متزن عند $500°C$ تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند $200°C$ تساوي 4×10^{-12} فإن ذلك يدل على ان التفاعل باعث للحرارة .

3 - في التفاعل المتزن الاتي :



$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} + 127\ kJ$

عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فإن حرارة التفاعل ترتفع .

4 - في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند زيادة درجة الحرارة .

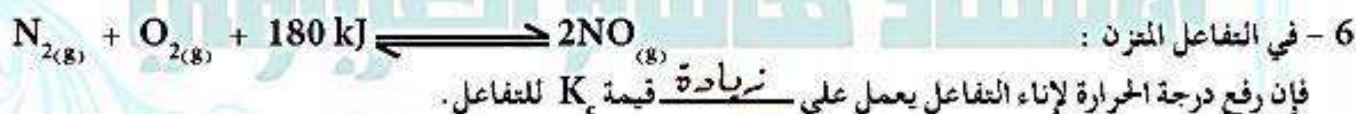
5 - في التفاعل المتزن :



$CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

فإن خفض الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2 .

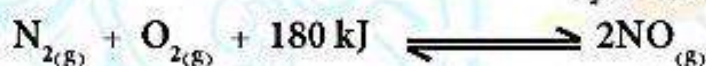
6 - في التفاعل المتزن :



$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

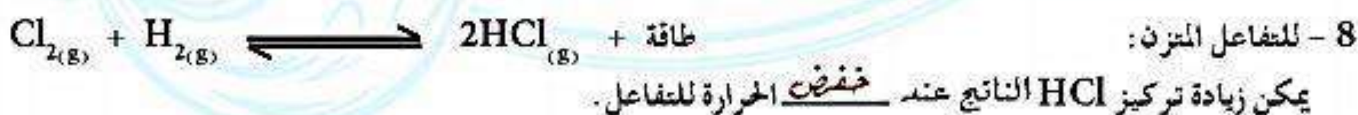
فإن رفع درجة الحرارة لإناء التفاعل يعمل على زيادة قيمة K_c للتفاعل .

7- التغير بـ الضغط لايؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي :



$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

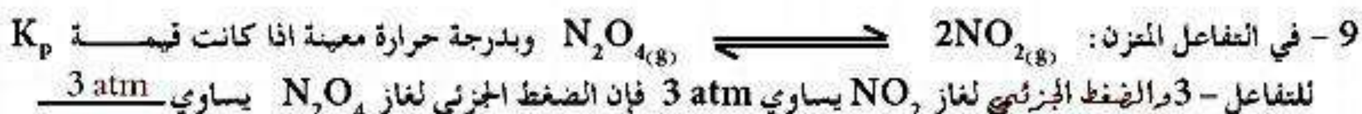
8 - للتفاعل المتزن :



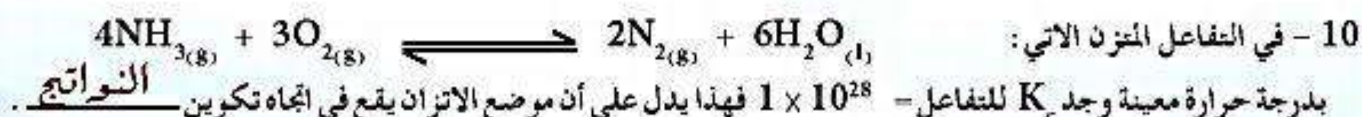
$Cl_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} +$ طاقة

يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند خفض الحرارة للتفاعل .

9 - في التفاعل المتزن : $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة K_p للتفاعل = 3 والضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي 3 atm فإن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي 3 atm



10 - في التفاعل المتزن الاتي :



$4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$

بدرجة حرارة معينة وجد K_c للتفاعل $= 1 \times 10^{28}$ فهذا يدل على أن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين النواتج .

11 - عندما تكون K_p أصغر من K_c فإن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة الكبر من مجموع عدد مولات

المواد الناتجة .

12 – اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل أصغر من ثابت الاتزان K_c للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد ___الناتجة___ .

13 – عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه ___المتفاعلات___ .

14 – العلاقة بين ثابت الاتزان K_c وتراكيز النواتج علاقة ___الناتجة___ .

15 – عند تقليل الضغط في خليط متزن ($\Delta n_g = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو ___المتفاعلات___ وثابت الاتزان K ___لا يتأثر___

16 – تفاعل متزن ثابت اتزانه $K_c = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان ___لايتأثر___.

17 – عندما $\Delta n_g =$ ___صفر___ لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان.

18 – يترجح التفاعل ___الخلفي___ لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل.

19 – في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ___زيادة___ درجة الحرارة.

20 – في تفاعل متزن وجد ان $K_c = \frac{K_P}{RT}$ ما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل ___اكبر___ من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة.

2-2 اختر الجواب الصحيح :

1 – ثابت الاتزان K_c للتفاعل المتزن: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ عند درجة حرارة 727°C تبلغ 4.17×10^{-2} . فإن اتجاه التفاعل عند خلط 0.4 M من SO_3 و 0.1 M من O_2 و 0.02 M من SO_2 تكون:

أ– بأتجاه المواد المتفاعلة. ✓

ب– بأتجاه المواد الناتجة.

جـ– التفاعل في حالة اتزان ديناميكي.

د– كل الاجابات السابقة خاطئة.

2 – التفاعل المتزن: $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فان كمية $CaCO_3$ تزداد عندما:

أ– تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان.

ب– يزداد الضغط الكلي. ✓

جـ– تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان.

د– كل الاجابات السابقة خاطئة.

3 – التفاعل المتزن: $2IF_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + F_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_c يساوي 1×10^6 بدرجة حرارة 200K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF و 4×10^{-3} atm لغاز F_2 فان الضغط الجزئي

لغاز I_2 يساوي:

أ- 5×10^4 atm

ب- 1×10^{-5} atm ✓

جـ- 1×10^5 atm

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

4 - اذا كانت قيمة K_c للتفاعل: $LiI_{(g)} \rightleftharpoons Li_{(g)} + \frac{1}{2}I_{2(g)}$ عند 300K تساوي 640.3 فإن قيمة K_c للتفاعل: $I_{2(g)} + 2Li_{(g)} \rightleftharpoons 2LiI_{(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها تساوي.

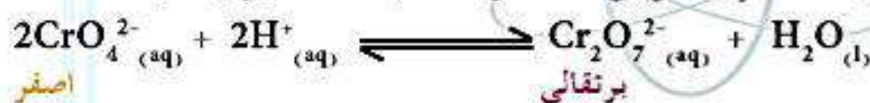
أ- 25.3

ب- 41×10^4

جـ- 15.6×10^5

د- كل الاجابات السابقة خاطئة. ✓

5 - عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية:



$$2CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2H^+{}_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

اصفر   برتقالي

فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا نقوم بالآتي:

أ- نضيف مزيد من الماء

ب- نضيف مزيد من HCl ✓

جـ- نضيف مزيد من $K_2Cr_2O_7$

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

6 - عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع أن يحدث.

أ- زيادة بتركيز $Cr_2O_7^{2-}$.

ب- زيادة بتركيز H_2O.

جـ- نقص بتركيز $Cr_2O_7^{2-}$ ✓

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

7 - للتفاعل المتزن: $92kJ + 2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ قيمة K_p للتفاعل عند 25°C تساوي 5.5×10^{-5} لذا فإن قيمة K_c للتفاعل تساوي

أ- 22513.3

ب- 9×10^4

جـ- 0.03 ✓

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

8 - للتفاعل المتزن: $2Br_{(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)}$ قيمة K_p عند الاتزان 2558.4 بدرجة حرارة 4000K

وقيمة K_f للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية تساوي 1.56 فإن قيمة K_b تساوي:

أ- 0.2 ✓

ب- 20

جـ- 7.8

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

9 - للتفاعل المتزن: $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ ثابت الاتزان $K_p = 2$ فإن التفاعل يتجه نحو النواتج

عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة (بوحدات mole / L) هي الآتي:

أ- تركيز HI يساوي 0.1 و تركيز I_2 يساوي 0.05 و تركيز H_2 يساوي 0.05

ب - تركيز HI يساوي 0.4 و تركيز I_2 يساوي 0.1 و تركيز H_2 يساوي 0.2

ج- تركيز HI يساوي 0.001 و تركيز I_2 يساوي 0.0002 و تركيز H_2 يساوي 0.0025

د - كل الاجابات السابقة خاطئة ✓

تم بعون الله

انتهى الفصل الثاني

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الثالث

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل الثالث (الاتزان الآيوني)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- مسائل بفر
2- مسائل الذوبانية
3- تعاليل التمذوب (التحلل المائي للاملاح)

اهم شي تحفظ جدول الالكتروليتات القوية والضعيفه (صفحة 3) وذا ماحفظتة تصير مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الثالث

تصنف المسائل حسب عدد المواد الموجودة في السؤال

1- مادة واحد : وتكون اما الكتروليت قوي او الكتروليت ضعيف او ملح
أ- اذا كانت الكتروليت قوي : يكون تفكك المادة باتجاه واحد ويمكن حساب تراكيز الايونات من المعادلة مباشرة والالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تأين ولا درجة تأين
ب- اذا كان الكتروليت ضعيف يكون الحل (معادلة فرضية قانون) مع اهمال قيمة X المطروحه
ت- اذا كانت ملح : اهم شي عرفة ملح حامضي او ملح قاعدي وكل نوع اله قوانين تحفظهن وتطبيق مباشر للقانون (نعرفه ملح من اسمة يكون مركب من اسمين مثل كبريتات الامونيوم او خلات الصوديوم)

2- مادتين : وتكون اما ايون مشترك او بفر بدون اضافة
أ- ايون مشترك : اذا طلب بالسؤال مالتأثير ونحل حسب ماموجود بالملزمه
ب- بفر بدون اضافة : نميز نوع بفر (حامض ضعيف وملحه القاعدي او قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي) ونكتب القانون الخاص بنوع بفر ونجد المجهول

3- ثلاث مواد : ويكون بفر بوجود اضافة حيث نجد تركيز المادة المضافة بعد الاضافة ثم نعمل لها معادلة تفكك ونجد الـ H اذا كان المضاف حامض ونجد OH اذا كان المضاف قاعدة ثم نكتب القانون الخاص ببفر مع وجود اضافة

4- مسائل الذوبانية : ونميزها من كلمة ذوبانية او من KSP والذوبانيه هي للاملاح الشحيحة (الكتروليتات ضعيفة) ومقسمة الى 6 اقسام في الملزمة وموضحة بالتفصيل

5- مسائل المزج والاضافات : تقسم الى ثلاثة اقسام موضحة توضيح مفصل في الملزمه

الفصل الثالث الاتزان الايوني

1-3 | مقدمة :

❖ تحدث التفاعلات الكيميائية في الغالب في المحاليل ولذلك تعتبر المحاليل مهمه جداً في الكيمياء.

2-3 || المواد الالكتروليتية والمواد غير الالكتروليتية :

- المحلول المائي :- هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة مذابة في المذيب .

تقسم المحاليل الى نوعين حسب التوصيلية الكهربائية :

1- المـــــواد الالكتروليتية :- هي المواد التي تكون لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي

2- المواد غير الالكتروليتية :- هي المواد التي ليست لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي .



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الموضوع

- سؤال | ماهي اهم السمات المميزة للالكتروليتات ؟
- الجواب :

1- قابليتها على التوصيل الكهربائي في حالتها المنصهرة او على شكل محلول .

2- تكون محاليلها متعادلة كهربائياً حيث تكون محصلة الشحنة لمحاليلها = صفر .

3- عند ذوبانها في الماء تعطي ايونات موجبة وسالبة .

4- تعتمد قابلية التوصيل الكهربائي للمحلول الالكتروليتي على طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة الحرارة .

❖ ملاحظة | | يحدث الاتزان الايوني بين جزيئات المحلول وايوناته في داخل المحلول .

- تقسم المواد الالكتروليتية الى قسمين :

الالكتروليتات القوية	الالكتروليتات الضعيفة
وهي المواد التي تكون محاليلها المائية عالية التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها التام في محاليلها المائية (→) .	هي المواد التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها الجزئي في محاليلها المائية (⇌) .

الالكتروليتات القوية (حفظ) (⟶) :

املاح ذائبة	قاعدة قوية	حامض قوي
$NaCL$	$NaOH$ هيدروكسيد الصوديوم	HCl حامض الهيدروكلوريك
KCl	KOH هيدروكسيد البوتاسيوم	H_2SO_4 حامض الكبريتيك
KNO_3	$Ca(OH)_2$ هيدروكسيد الكالسيوم	HNO_3 حامض النتريك
Na_2SO_4	$Ba(OH)_2$ هيدروكسيد الباريوم	HBr حامض البروميك
	$RbOH$ هيدروكسيد الربيديوم	HI حامض اليوديك
		$HClO_4$ حامض البيروكلوريك

الالكتروليتات الضعيفة (حفظ) (⇌) :

املاح شحيحه	قواعد ضعيفة	حوامض ضعيفة
$BaSO_4$	NH_3 الامونيا	CH_3COOH حامض الخليك
$PbSO_4$	C_6H_7N الانلين	HCN حامض الهيدروسيانيك
$AgCl$	C_5H_5N البريدين	$HCOOH$ حامض الفورميك
$Ba(IO_3)_2$	CH_3NH_2 مثيل امين	HNO_2 حامض النتروز
		H_3PO_4 حامض الفسفوريك
		C_6H_5OH الفينول

ملاحظــــات

1- الالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تفكك ولا درجة تأين حيث ان احد او جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين المواد الناتجة والتفاعل باتجاه واحد (⟶)

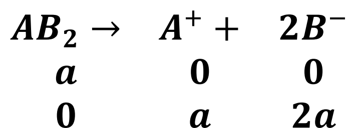
2- الالكتروليتات الضعيفة لها ثابت تفكك ودرجة تأين حيث ان جزء من المواد المتفاعلة يستهلك والتفاعل يكون باتجاهين (⇌)

3- الحامض سواء كان قوي او ضعيف يعطي H^+ والباقي من الحامض سالب ....و القاعدة سواء كانت قوية او ضعيفة تعطي OH^- والباقي من القاعده موجب

4- المركبات العضوية(المركب العضوي يحوي C , H) التي تحتوي نهايتها على مجموعة (OH) هي حوامض ضعيفة . عند تفككها تعطي H^+ الاخيرة

أ – الالكتروليتات القوية :

تتفكك الالكتروليتات القوية باتجاه واحد فقط (→) ويمكن حساب تركيز الايونات مباشره من المعادلة حيث ان تركيز الايون يساوي تركيز الالكتروليت القوي مضروب بعدد مولات الايون



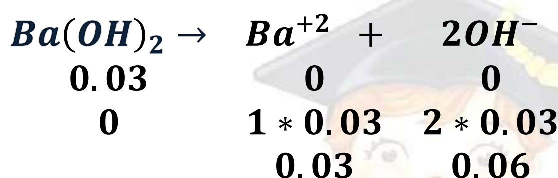
$$AB_2 \rightarrow \quad A^+ + \quad 2B^-$$
$$a \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad a \qquad 2a$$

$[A] = [AB] * A^+$ عدد مولات $\Rightarrow [A] = [AB] * 1$

$[B] = [AB] * B^-$ عدد مولات $\Rightarrow [B] = [AB] * 2$

❖ **مثال 3-1** | احسب التراكيز المولارية لايون Ba^{+2} وايون OH^- في محلول $0.03M$ من هيدروكسيد الباريوم

✓ **الحل** | تكتب معادلة تفكك لقاعدة القوية $Ba(OH)_2$



$$Ba(OH)_2 \rightarrow \quad Ba^{+2} \quad + \quad 2OH^-$$
$$0.03 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 1 * 0.03 \qquad 2 * 0.03$$
$$0.03 \qquad 0.06$$

$[Ba^{+2}] = 0.03\ M$, $[OH^-] = 0.06$

❖ **تمرين 3-1** | احسب تركيز لاصناف الايونية في محاليل المركبات (الكتروليتات القوية) التالية حسب التراكيز المشار اليها ؟

أ) $HBr \quad 0.25\ M$ (ب) $KOH \quad 0.055\ M$ (ج) $CaCl_2 \quad 0.155M$

أ.  $HBr \rightarrow H^+ + Br^-$

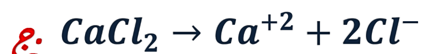
$$0.25 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.25 \qquad 0.25$$

$[H] = 0.25M$, $[Br] = 0.25\ M$

ب.  $KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$$0.055 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.055 \qquad 0.055$$

$[K^+] = 0.055M$, $[OH^-] = 0.055M$

ج.  $CaCl_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2Cl^-$

$$0.155 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.155 \qquad 2 * 0.155$$

$[Ca^{+2}] = 0.155\ M$, $[Cl^-] = 0.310\ M$

استراحه | | كلماتي

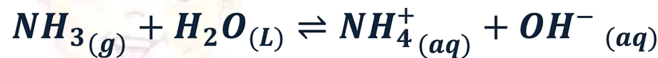
حامض صرتلك يمن انت صرت قاعدة
وبوسط كلبي انصبت من العشك قاعدة
داعش عليه صرت لا بل صرت قاعدة
لازاد غزر ابد ليكون ناقص ملح
لحيت احس بس بعد صدكني كافي ملح
جدول الحوامض حفظ وقاعدة وحتى الـ ملح
ولاتنسى مي نحط من انفكك القاعدة

ب- الالكتروليتات الضعيفة

تتفكك الالكتروليتات الضعيفة باتجاهين ⇌ وسيكون حساب تراكيز الايونات من خلال الفرضية كما تعلمنا في الفصل الثاني حيث لهذا النوع من الالكتروليتات ثابت اتزان حيث نلاحظ عند ثبوت درجة الحرارة .

- يتفكك حامض الخليك الى ايونات H^+ و CH_3COO^-

كما ان هذه الايونات تتحد مره اخرى لتكوين حامض الخليك CH_3COOH



وان ثابت الاتزان : $K_C = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

انقر على الباركود لمشاهدة شرح تفكك الالكتروليتات الضعيفة

مثال 3-2 | اكتب التعبير الرياضي لحساب قيمة K_C لمحلول الامونيا المخفف :

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

الحل | تشترك جزيئة الماء في التفاعل وتساهم بالوصول الى حالة الاتزان لكن بما انه تركيزها ثابت يدمج تركيزها مع قيمة ثابت الاتزان حيث يمكن حساب تركيز الماء النقي لـ 1000 g بحجم لتر واحد :

$$M_{\frac{mol}{L}} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol} * V_{(L)}} \Rightarrow M = \frac{1000_{(g)}}{18\frac{g}{mol} * 1L} = 55.55\frac{mol}{L}$$

$$K_{eq} * [H_2O] = K_{eq} * 55.55 = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow kc = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

3-3 | تفكك الألكتروليتات الضعيفة

❖ لقد تعلمنا سابقا يمكن تعريف الحامض والقاعدة حسب نظرية برونشتد

- الحامـض :- هو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون لتكوين قاعدة قرينة

قاعدة قرينة + بروتون ⇌ حامض

- القاعدة :- هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون لتكوين حامض قرين

حامض قرين ⇌ بروتون + قاعدة

1- الحوامض الضعيفة :- تعد الحوامض الضعيفة الكتروليتات ضعيفة ولذلك فأن عملية تفككها في الوسط المائي تخضع الى حالة اتزان بين الجزيئات غير المتفككة والايونات الناتجة .

مثال لتفكك حامض الفورميك (حامض ضعيف) $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$



- لكل تفاعل متزن (انعكاسي) هنالك ثابت اتزان (ثابت تفكك)
- ثابت التفكك للحامض الضعيف هو $K_a \Leftarrow K_{acid}$:-

وهو حاصل ضرب التراكيز الايونات الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة $K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$

- وبصورة عامة لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك K_a لان تركيزه ثابت .

الحوامض الضعيفة احادية البروتون والمتعددة البروتون

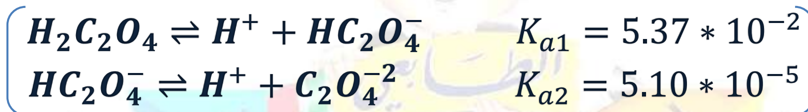
1- الحوامض احادية البروتون :- هو حامض الذي يتملك بروتون (H^+) واحد قابل للتأين

مثل حامض الهيدروسيانيك : $HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$

2- حوامض متعددة البروتون :- هي الحوامض التي تمتلك اكثر من بروتون (H^+) قابل للتأين

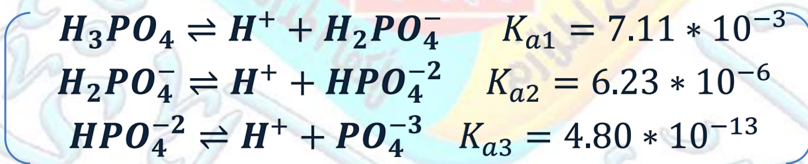
مثل حامض الاوكزاليك وحامض الفسفوريك .

- يتفكك حامض الاوكزاليك كما في المعادلات ادناه :



$$H_2C_2O_4 \rightleftharpoons H^+ + HC_2O_4^- \qquad K_{a1} = 5.37 * 10^{-2}$$
$$HC_2O_4^- \rightleftharpoons H^+ + C_2O_4^{-2} \qquad K_{a2} = 5.10 * 10^{-5}$$

- ويتفكك حامض الفسفوريك كما في المعادلات ادناه :



$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^- \qquad K_{a1} = 7.11 * 10^{-3}$$
$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{-2} \qquad K_{a2} = 6.23 * 10^{-6}$$
$$HPO_4^{-2} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{-3} \qquad K_{a3} = 4.80 * 10^{-13}$$

❖ حيث ان $K_{a_1} > K_{a_2} > K_{a_3}$ (علل) (مهم)

✓ الجواب |

لان الاصناف التي تحمل شحنة سالبة تقل قابليتها على فقدان بروتون (H^+) بسبب زيادة قوة التجاذب الالكتروستاتيكي بين الايونات المختلفة وبذلك يقل تفككها ويقل K_a .

2- القواعد الضعيفة :-

- وتعرف حسب مفهوم بر ونشتد على انها الصنف الذي له القابلية على اكتساب بروتون وتفكك القواعد الضعيفة باتجاهين اي تفاعل انعكاسي غير تام.

- حيث تفكك الامونيا في الوسط المائي كما في المعادلة: $NH_3 + H-OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
- وللقواعد الضعيفة ثابت تفكك يدعى $K_b \Leftarrow (K_{base})$:

وهو حاصل ضرب التراكيز للأيونات الناتجة مقسوما على تراكيز المادة المتفاعلة

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

- **ملاحظة |** كما قلنا سابقا لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك :

  لأن تركيزه يساوي قيمة ثابته = 55.55

- **ملاحظة |** يستخدم الماء H_2O في معادلة تفكك القاعدة الضعيفة لإظهار ايون OH^- في المحلول

خطوات حل مسائل الالكتروليتات الضعيفة

1- نميز الالكتروليت الضعيف هل هو حامض ضعيف ام قاعدة ضعيفة

2- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف :





3- نكتب الفرضية كما تعلمنا وتمثل قيمة (X) هي تركيز $[H^+]$ للحامض و $[OH^-]$ للقاعدة

	HA	$\rightleftharpoons H^+$	$+ A^-$
تركيز ابتدائي ←	a	0	0
تغير في التراكيز ←	$-X$	$+X$	$+X$
تركيز النهائي ←	$a-X$	X	X

	B	$+H_2O \rightleftharpoons HB^+$	$+OH$
تركيز ابتدائي →	a	0	0
تغير في التراكيز →	$-X$	$+X$	$+X$
تركيز النهائي →	$a-X$	X	X

تهمل

4- يستعمل اسلوب التقريب وذلك بإهمال قيمة $(-X)$ المطروحة حتى وان كانت معلومة في الحالات الاتية :

أ- اذا كانت قيمة K_b, K_a تساوي 10^{-5} , فما دون 10^{-6} ... 10^{-7} ....

ب- اذا كانت النسبة المئوية للتأين تساوي 5% فما دون 4% ,3%

5- في حال عدم اهمال قيمة $(-X)$ المطروحة نستخدم طريقة الدستور (لانفكر بيها)

6- نطبق قانون Ka للحامض الضعيف او Kb للقاعدة الضعيفة ونجد المجهول (H^+ او OH^- او د.ت)

ملاحظات مهمه

❖ درجة التفكك = $\frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الاصلي}}$

❖ النسبة المئوية للتفكك = $\frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الاصلي}} * 100\%$

➕ ويمكن القول ان النسبة المئوية = درجة التفكك * 100%

❖ فائدة اعطاء النسبة المئوية او درجة التفكك هي اما لايجاد المتأين (X) او الاصلي (a)

❖ اتجاه التفاعل دائما امامي اي (X- بالمتفاعلات و X+ بالنواتج)

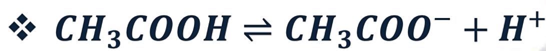
❖ عدد مرات التخفيف = $\frac{M_1}{M_2}$ بعد التخفيف M_2 و قبل التخفيف M_1



❖ علل تزداد درجة التفكك الالكتروليتات الضعيفة عند التخفيف في محاليلها المائية ؟

✓ الجواب | لان التخفيف يؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعة الاصلي وبالتالي حسب قاعدة لوشاتلية يزيد الالكتروليت الضعيف من تفككه ليصل الى حالة اتزان جديده .

درجة التأين :- هي النسبة بين كمية الصنف المذاب (المتأين) عند الاتزان الى كمية الصنف الكلية .



مثال 3-3| احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $H^+_{(aq)}$ في $0.1M$ محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض **اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك** $1.8 * 10^{-5}$

الحل | نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف ونعمل الفرضية ونطبق قانون K_a

❖ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

0.1	0	0
$-X$	$+X$	$+X$
$0.1 - X$	X	X

تهمل

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1)}$$

$$X^2 = 1.8 * 10^{-5} * 0.1$$

$X^2 = 1.8 * 10^{-6}$ بالجذر

$$X = 1.3 * 10^{-3}$$

درجة التفكك $= \frac{X_{\text{المتأين}}}{a_{\text{الابتدائي}}} = \frac{1.3 * 10^{-3}}{0.1} = 1.3 * 10^{-2}$

النسبة المئوية للتفكك = درجة التأين * 100%

$= 1.3 * 10^{-2} * 100\%$

$= 1.3\ \%$




❖ **تمرين 2-3**| احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك HCN $K_a = 4.9 * 10^{-10}$ وتركيزه يساوي $0.2\ M$

✓ **الحل** | نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف ونكتب الفرضية ونطبق قانون K_a

$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$

0.2	0	0
-X	+X	+X
$0.2 - X$	X	X



تهمل

- $K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} \Rightarrow 4.9 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$

$X^2 = 98 * 10^{-12}$ بالجذر

$X = 10 * 10^{-6} = [H^+]$

:

مثال 4-3| احسب درجة التفكك والنسبة المئوية للتأين لحامض HF $(K_a = 6.8 * 10^{-4})$ في محلولها المائي بتركيز: ❶ $0.1\ M$ ❷ $0.01\ M$ (للاطلاع فقط)

❖ **الحل** | أ- نلاحظ ان $K_a = 10^{-4}$ وهنا لا يمكن اهمال قيمة X - لذلك نلجأ الى طريقة الدستور (للاطلاع فقط)

$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$



0.1	0	0
-X	+X	+X
0.1-X	X	X

- $K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} \Rightarrow 6.8 * 10^{-4} = \frac{X^2}{0.1-X}$

$X^2 = 6.8 * 10^{-4} * (0.1 - X)$

$X^2 = 6.8 * 10^{-5} - 6.8 * 10^{-4}X$

$X^2 + 6.8 * 10^{-4}X - 6.8 * 10^{-5} = 0$

$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

- وبتعويض الارقام نحصل على قيمة X وهي تساوي

$X = 7.91 * 10^{-3} M$

- درجة التفكك $= \frac{X_{\text{التأين}}}{a_{\text{الابتدائي}}} = \frac{7.91*10^{-3}}{0.1} = 7.91 * 10^{-2}$

- النسبة المئوية = درجة التفكك * 100%

$= 7.91 * 10^{-2} * 100\%$

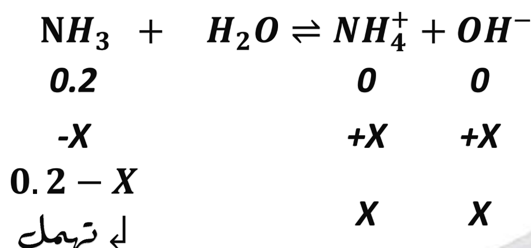
$= 7.91\%$

❖ ب- $0.01\ M$ || واجب

❖ **مثال 3-5** | احسب تركيز $[OH]$ ودرجة التأين والنسبة المئوية للمحلول المائي للأمونيا الذي تركيزه $= 0.2M$

❖ علما ان ثابت التفكك للقاعدة الضعيفة $K_b = 1.8 * 10^{-5}$

❖ **الحل** | نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة مع الماء ونكتب الفرضية ونطبق قانون K_b



$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

0.2   0   0

-X   +X   +X

$0.2 - X$ X   X

لـ تهمل

❖ $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.2}$

$X^2 = 3.6 * 10^{-6}$ بالجذر

$X = 1.9 * 10^{-3}M = [OH^-]$

❖ درجة التأين $= \frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} = \frac{1.9*10^{-3}}{0.2} = 95 * 10^{-4}$

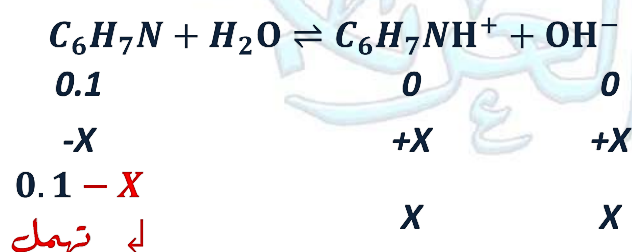
❖ النسبة المئوية للتأين = درجة التأين * 100%

$= 95 * 10^{-4} * 100\%$

$= 0.95\%$

❖ **تمرين 3 – 4** | احسب درجة التأين للمحلول المائي للانلين C_6H_7N $(K_b = 3.8 * 10^{-10})$ الذي تركيزه يساوي $0.1\ M$

❖ **الحل** |



$C_6H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_7NH^+ + OH^-$

0.1   0   0

-X   +X   +X

$0.1 - X$ X   X

لـ تهمل

❖ $K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$

❖ $3.8 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1} \Rightarrow X^2 = 38 * 10^{-12}$ بالجذر

$X = 6.2 * 10^{-6}$

❖ درجة التأين $= \frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} = \frac{6.2*10^{-6}}{0.1} = 6.2 * 10^{-5}$

❖ تمرين 3-3| احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول C_6H_5OH

$(K_a = 1.3 * 10^{-10})$ الذي تركيزه :أ- $0.2\ M$ ب- بعد تخفيفه 100 مره

✓ الحل |أ-

❶

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

0.2 0 0

-X +X +x

$0.2 - x$ X X



تهمل

❖ $K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$

$X^2 = 26 * 10^{-12}$ بالجذر

$X = 5.1 * 10^{-6} = [H]$

❷

بعد التخفيف 100 مره

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}} \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002$$

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

0.002 0 0

-X +X +x

$0.002 - x$ X X



تهمل

❖ $K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.002}$

$X^2 = 26 * 10^{-14}$ بالجذر

$X = 5.1 * 10^{-7} = [H]$

سؤال 3 – 10 | اذا علمت ان قيمة K_a لحامض البروبانويك C_2H_5COOH تساوي $1.3 * 10^{-5}$ ماهي النسبة المئوية لتفكك الحامض في محلولة المائي ذو تركيز $0.65\ M$ ؟

✓ الحل | البروبانويك مركب عضوي يحوي (OH) اذا هو حامض ضعيف



$$C_2H_5COOH \rightleftharpoons C_2H_5COO^- + H^+$$

0.65	0	0
-X	+X	+X
$0.65 - X$	X	X

تهمل

❖ $K_a = \frac{[C_2H_5COO^-][H^+]}{[C_2H_5COOH]}$

❖ $1.3 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.65} \Rightarrow X^2 = 8.45 * 10^{-6}$ بالجذر

$X = 2.9 * 10^{-3}$

❖ النسبة المئوية للتأين = $\frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} * 100\%$

$= \frac{2.9 * 10^{-3}}{0.65} * 100\% = 0.45\%$



❖ سؤال 3 – 17 | يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز 0.01 بمقدار 4.2%

احسب ثابت التأين الحامض

✓ الحل | انتبه | | فائدة اعطاء النسبة المئوية هي ايجاد اما التأين X او التركيز الابتدائي .

النسبة المئوية للتأين = $\frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} * 100\%$ ⇐ $4.2\% = \frac{X_{التأين}}{0.01} * 100\%$

$X = \frac{4.2 * 0.01}{100} \Rightarrow X = 42 * 10^{-5}$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.01	0	0
+X	+X	+X
$0.01 - X$	X	X

تهمل

- $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$
- $K_a = \frac{(42*10^{-5})^2}{0.01} \Longrightarrow K_a = \frac{1764*10^{-10}}{1*10^{-2}} = 1.764 * 10^{-5}$

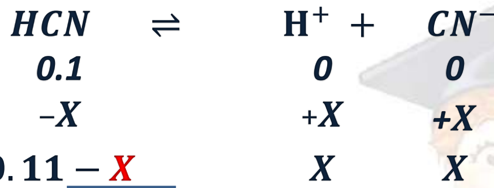
❖ سؤال 3 – 26 | اذا علمت ان النسبة المئوية للتفكك $0.1M$ من حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01% ما هو ثابت التفكك لهذا الحامض ؟

❖ الحل |

- النسبة المئوية للتأين = $\frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} * 100\%$

$$\frac{X_{التأين}}{0.1} * 100\% = 0.01\%$$

- $X = \frac{0.1*0.01}{100} \Rightarrow X = 1*10^{-5}M = [H^+]$



HCN	$\rightleftharpoons$	H^+ +	CN^-
0.1		0	0
$-X$		$+X$	$+X$
$0.11 - X$		X	X

تهمل لان النسبة المئوية اقل من 5%

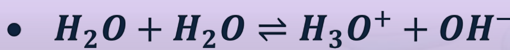
❖ $K_a = \frac{[CN^-][H^+]}{[HCN]} N \Rightarrow K_a = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} \Rightarrow K_a = 1 * 10^{-9}$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح التاين الذاتي للماء

3 – 4 | التأين الذاتي للماء

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون H^+ من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر لتكوين ايون الهيدرونيوم H_3O^+ وايون OH^- وتعد هذه العملية برتنة ذاتية وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .



- $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$



- $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ ← او بشكل ابسط

- ثابت التفكك لهذا التفاعل هو $K_w \Leftarrow K_{water}$:

- $K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$

- بما ان تركيز الماء H_2O قيمة ثابتة لذلك يهمل :

- $K_w = [H^+][OH^-]$

- وجد علميا ان تركيز $[H^+], [OH^-]$ في الماء النقي يساوي (10^{-7})

- $K_w = 10^{-7} * 10^{-7} \Rightarrow K_w = 10^{-14}$

- يمكن تعويض القيمة في المعادلة اعلاه :

$$10^{-14} = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \quad \Leftrightarrow \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

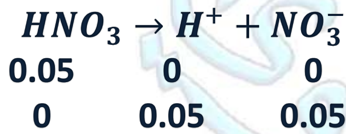
- تستخدم هذه العلاقة لايجاد $[H^+]$ بدلالة $[OH^-]$ وبالعكس

- انتبه | وين ماعندك $[H^+]$ وتريد $[OH^-]$ او بالعكس
  نستخدم هذه العلاقة $10^{-14} = [H^+][OH^-]$

ملاحظة اذا طلب H^+ , OH^- لمحلول حامض فان الحامض يمكن ان نستخرج منه H^+
اما تركيز ال OH^- يمكن ايجاده من معادلة التأين الذاتي للماء $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$
اما اذا طلب H^+ , OH^- لمحلول قاعدي فأن القاعدة يمكن ان تستخرج منها تركيز OH^-
اما تركيز ال H^+ يمكن ايجاده من معادلة التأين الذاتي للماء $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^+]}$

❖ مثال 3 – 6 | احسب تراكيز ايونات H^+ , OH^- في $0.05\ M$ من محلول حامض النتريك ؟

✓ الحل | انتبه | اعطى حامض قوي لذلك نستخرج H^+ من معادلة تفكك الحامض القوي
و OH^-, من قانون $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$



$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

HNO_3	H^+	NO_3^-
0.05	0	0
0	0.05	0.05

❖ $[H^+] = 0.05 \Rightarrow [H^+] = 5 * 10^{-2}$
❖ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{5*10^{-2}}$
$[OH^-] = 2 * 10^{-13} M$

❖ تمرين 3 – 5 | احسب تركيز ايونات الهيدروجين H^+ المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز : (أ) $0.01\ M$ (ب) $2 * 10^{-9}\ M$

✓ الحل | انتبه هنا اعطى تراكيز $[OH^-]$ جاهزة ولاستخراج تركيز $[H^+]$
نستخدم القانون $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^+]}$ في كل مرة

أ- $0.01\ M \Leftrightarrow 1 * 10^{-2} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{1*10^{-2}} = 1 * 10^{-12} M$

ب- $2 * 10^{-9} M \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{2*10^{-9}} = 5 * 10^{-6} M$

❖ سؤال اضافي واجب | احسب تركيز $[OH^-], [H^+]$ في محلول $0.02M$ من حامض الخليك

❖ اذا علمت ان ثابت التفكك للحامض يساوي $1.8 * 10^{-5}$

✓ الحل |

✓ الجواب $[OH^-] = 16 * 10^{-12}, [H^+] = 6 * 10^{-4}$

❖ 3 – 5 | الأس الهيدروجيني



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الاس الهيدروجيني

- نلجأ الى استعمال الدالة الحامضية (الاس الهيدروجيني) بسبب التراكيز الصغيره جدا لـ H^+ , OH^-
- PH = الدالة الحامضية
- POH = الدالة القاعدية

- $PH = -log10[H^+] \Leftrightarrow [H^+] = 10^{-PH}$
- $POH = -log[OH^-] \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-POH}$

العلاقة التي تربط PH, POH

- $10^{-14} = [H^+][OH^-]$
- نأخذ log لطرفي المعادلة
- $log10^{-14} = log[H^+] + log[OH^-]$
- نضرب المعادلة في (-1)
- $-log10^{-14} = -log[H^+] - log[OH^-]$

$14 = PH + POH$

$PH + POH = 14$

- هذه المعادلة تستخدم لايجاد PH بدلالة POH او العكس

$PH < 7 \leftarrow 7 \rightarrow PH > 7$

حامضي   متعادل   قاعدي

عند 25°C	الحالة العامة	المحلول
$PH < 7 < POH$	$PH < POH$	حامضي
$PH = 7 = POH$	$PH = POH$	متعادل
$PH > 7 > POH$	$PH > POH$	قاعدي

ملاحظة مهمة || العلاقة بين POH, PH دائما عكسية .

ملاحظة مهمة || العلاقة بين OH^-, H^+ دائما عكسية .

- ملاحظة مهمة لحذف P نضع تحت القيمة $10^- \Leftrightarrow X = 10^{-PX}$
- اي قيمة نريد نظيفلها P نتخلى بصفه $-logX \Leftrightarrow$ PH=-Log[H]
- ملاحظة مهمة || في المحاليل المتعادلة $PH = POH = 7$ و $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
- انتبه || شايف H , OH , POH, PH بس عندك واحد منهم تكدر تطلعهم كلهم

		PH=-Log[H]		
$[H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{[OH^-]}$	$[H^+]$	$[H^+] = 10^{-PH}$	PH	$PH = 14 - POH$ $POH = 14 - PH$
$[OH^-] = \frac{1 * 10^{-14}}{[H^+]}$	$[OH^-]$	$[OH^-] = 10^{-POH}$	POH	
		POH=-Log [OH]		

- مراجعة لبعض قوانين اللوغارتيم العشري

1- $PX = -logX \Leftrightarrow X = 10^{-PX}$

2- $logX * Y = logX + logY$

$log5 * 4 = log5 + log4$

3- $log\frac{X}{Y} = logX - logY$

$log\frac{5}{4} = log5 - log4$

4- $log10^X = X \Rightarrow log10^{-2} = -2 ,,,,, log10^{-4} = -4$

- ملاحظة || لأيجاد عدد اساسة 10 وأسة عدد عشري سالب .

1- نأخذ اكبر رقم قريب على الأس العشري السالب نظيفه ونطرحه من الأس

2- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس (نوزع الاس على الاساس 10)

3- ستظهر قيمة اس عشري سالب من جديد يكون معطى في السؤال قيمته ونعوضه للتخلص من الأس العشري

❖ مثال | توضيحي جد قيمة $10^{-3.4}$

1- نأخذ اكبر رقم قريب للأس نظيفه ونطرحه (4) $10^{-3.4+4-4} \Rightarrow 10^{(0.6)-4}$

2- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس $10^{0.6} * 10^{-4}$

3- نعوض قيمة log المعطى في السؤال مكان $10^{0.6} \Leftarrow$ $log4 = 0.6$

10 مع log يختصر $10^{log4} * 10^{-4} \Rightarrow 4 * 10^{-4}$

❖ مثال | توضيحي جد قيمة $10^{-2.3}$

1- $10^{-2.3+3-3} \Rightarrow 10^{(-2.3+3)-3}$

2- $10^{0.7-3} \Rightarrow 10^{0.7} * 10^{-3}$ $\quad log5 = 0.7$

3- $10^{log5} * 10^{-3} \Rightarrow 5 * 10^{-3}$

ملاحظة هذه اللوغارتمات حفظ	
$log7 = 0.84$	$log1 = 0$
$log8 = 0.9$	$log2 = 0.3$
$log9 = 0.95$	$log3 = 0.47$
$log10 = 1$	$log4 = 0.6$
$log100 = 2$	$log5 = 0.7$
$log1000 = 3$	$log6 = 0.78$

❖ مثال $3-7$ | احسب قيمة PH محلول يكون فيه تركيز ايونات H^+ يساوي $0.05M$
علما إن $log5 = 0.7$

✓ الحل |

$$PH = -log[H^+]$$
$$PH = -log5 * 10^{-2}$$
$$PH = -(log5 + log10^{-2})$$
$$PH = -(0.7 + (-2))$$
$$PH = -(-1.3) \Rightarrow PH = 1.3$$

ملاحظة مهمة || دائما قيمة PH , POH موجبة ضمن المنهج ونادرا تكون سالبة

❖ مثال $3-8$ | اذا كانت قيمة PH محلول تساوي 3.301 فكم يكون تركيز H^+ فيه
علما ان $log5 = 0.7$

✓ الحل |

$$[H^+] = 10^{-PH}$$
$$[H^+] = 10^{-3.301} \Rightarrow [H^+] = 10^{(-3.301+4)-4}$$
$$[H^+] = 10^{0.7-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.7} * 10^{-4}$$
$$[H^+] = 10^{log5} * 10^{-4}$$
$$[H^+] = 5 * 10^{-4}$$

❖ تمرين 3 – 7 | اذا علمت ان PH محلول حامض النتريك يساوي 3.32
❖ ماهي مولارية المحلول
❖ علما ان $log4.79 = 0.68$
❖ الحل || نستخرج تركيز $[H^+]$ ثم نجد مولاريه المحلول
❖ $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3.32}$

$[H^+] = 10^{-3.32+4-4} \Rightarrow [H^+] - 10^{0.68-4}$
$[H^+] = 10^{0.68} * 10^{-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{log4.79} * 10^{-4}$
$[H^+] = 4.79 * 10^{-4}$

HNO_3	$\rightarrow H^+$	$+$	NO_3^-
❖ a		❖ 0	❖ 0
❖ 0		❖ $4.79 * 10^{-4}$	❖ $4.79 * 10^{-4}$

$$[HNO_3] = [H^+] = 4.79 * 10^{-4}$$

❖ تمرين 3 – 6 | احسب قيمة الدالة الحامضية PH للمحاليل الاتية : علما ان $log6 = 0.78$
أ- $6 * 10^{-4}\ mol/L$ من حامض الهيدروكلوريك
ب- $0.03\ mol/L$ من حامض الكبريتيك
✓ الحل | نستخرج تركيز H^+ كما تعلمنا من تفكك الحامض القوي

أ-

HCl	$\rightarrow$	H^+	$+$	Cl^-
$6 * 10^{-4}$		0		0
0		$6 * 10^{-4}$		$6 * 10^{-4}$

- $[H^+] = 6 * 10^{-4}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log6 * 10^{-4}$
  $PH = -(log6 + log10^{-4})$
  $PH = -(0.78 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.22)$
  $PH = 3.22$

ب-

H_2SO_4	$\rightarrow 2H^+$	$+ SO_4^{-2}$
0.03	0	0
0	0.06	0.03

- $[H^+] = 0.06 \Leftrightarrow [H^+] = 6 * 10^{-2}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log6 * 10^{-2}$
  $PH = -(log6 + log10^{-2})$
  $PH = -(0.78 - 2) \Rightarrow PH = -(-1.22)$
  $PH = 1.22$



❖ تمرين 3 – 8 | اكمل الجدول الاتي هل وجدت علاقة واضحة بين قيم PH, POH لكل محلول ماهي ؟ علما ان $log15 = 1.18$

المحلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
$0.15\ M\ \ HI$				
$0.06\ M\ \ RbOH$				
$0.02M\ \ Ba(OH)_2$				
$0.0003M\ \ HClO_4$				

✓ الحل | نجد POH, PH, OH, H لكل محلول

HI	$\rightarrow$ H^+	+ I^-
0.15	0	0
0	0.15	0.15

- $[H^+] = 0.15 \Leftrightarrow [H^+] = 15 * 10^{-2}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{15*10^{-2}} = 6.7 * 10^{-14}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log15 * 10^{-2}$
  $PH = -(log15 + log10^{-2})$
  $PH = -(1.18 - 2) \Rightarrow PH = -(-0.82)$
  $PH = 0.82$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 0.82 = 13.18$

- ∴ العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية

$RbOH$	$\rightarrow$ Rb^+	+ OH^-
0.06	0	0
0	0.06	0.06

- $[OH^-] = 0.06 \Leftrightarrow [OH^-] = 6 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{6*10^{-2}} = 1.67 * 10^{-12}$
- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log6 * 10^{-2}$
  $POH = -(log6 + log10^{-2})$
  $POH = -(0.78 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.22)$
  $POH = 1.22$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.22 = 12.78$
- ∴ العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية

$Ba(OH)_2$	$\rightarrow Ba^+$	$+\ 2OH^-$
0.02	0	0
0	0.02	0.04

- ❖ $[OH^-] = 0.04 \Leftrightarrow [OH^-] = 4 * 10^{-2}$
- ❖ $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{4*10^{-2}} = 25 * 10^{-14}$
- ❖ $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log4 * 10^{-2}$
  $POH = -(log4 + log10^{-2})$
  $POH = -(0.6 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.4)$
  $POH = 1.4$
- ❖ $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.4 = 12.6$
- ❖ العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية ∵



$HClO_4 \rightarrow$	$H^+ +$	${ClO_4}^-$
0.0003	0	0
0	0.0003	0.0003

- $[H^+] = 0.0003 \Leftrightarrow [H^+] = 3 * 10^{-4}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{3*10^{-4}} = 33 * 10^{-12}$
- $PH = -log[H^-] \Rightarrow PH = -log3 * 10^{-4}$
  $PH = -(log3 + log10^{-4})$
  $PH = -(0.47 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.53)$
  $PH = 3.53$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 3.53 = 10.47$
- العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية ∵

استراحه || كلماتي

عليه ايام صعبة وزين وللن

الرجعتهن صرخت اللا و اللن

ترى قيمة الجذر واللوك واللن

ينطوهه الوزاري اهل الحميه

❖ مثال 3 − 9 | احسب $POH, PH, [OH], [H]$ لمحلول حامض لهيدروكلوريك بتركيز $0.015\ M$ ؟ علما ان $log15 = 1.18$

✓ الحل || انتبه اذا استخرجنا H^+ من الحامض نستطيع ايجاد $POH, PH, OH,$

HCl	$\rightarrow H^+$	$+ Cl^-$
0.015	0	0
0	0.015	0.015

❖ $[H^+] = 0.015 \Leftrightarrow [H^+] = 15 * 10^{-3}$

❖ $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{15*10^{-3}} = 67 * 10^{-14}$

❖ $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log15 * 10^{-3}$

$PH = -(log15 + log10^{-3})$

$PH - (1.18 + (-3)) \Rightarrow PH = -(-1.82)$

$PH = 1.82$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 1.82 = 12.18$

❖ تمرين 3 − 9 | احسب قيم $POH, PH, [OH], [H]$ للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015 هل المحلول حامضي ام قاعدي ولماذا ؟

✓ الحل | نجد تركيز OH من تفكك $Ca(OH)_2$ ثم نجد $POH, PH, [H]$

$Ca(OH)_2$	$\rightarrow Ca^{+2}$ +	$2OH^-$
0.015	0	0
0	0.015	0.03

- $[OH^-] = 0.03 \Leftrightarrow [OH^-] = 3 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{3*10^{-2}} = 33 * 10^{-14}$
- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log3 * 10^{-2}$

  $POH = -(log3 + log10^{-2})$

  $POH - (0.47 + (-2)) \Rightarrow POH = -(-1.53)$

  $POH = 1.53$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.53 = 12.47$
- المحلول قاعدي لأن $PH > 7$

▪ ملاحظة || في حال كان المطلوب ايجاد كتلة الالكتروليت القوي او الضعيف

كما في سؤال (3-4) و سؤال (3-25) .

يجب ان نستخرج مولارية الالكتروليت (M)

ونجد الكتلة من قانون : $m_{(g)} = M_{(mol/L)} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$

❖ سؤال 3 – 4| ماعدد غرامات CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ الواجب اضافتها الى $250ml$ من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 ؟ علما بأن PK_a =4.74

❖ علما ان $log2 = 0.3$, $log1.8 = 0.26$

✓ الحل | لأيجاد كتلة الحامض يجب ان نجد مولاريته (M)

- $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7}$
  $[H^+] = 10^{(-2.7+3)-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.3-3}$
  $[H^+] = 10^{0.3} * 10^{-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{log2} * 10^{-3}$
  $[H^+] = 2 * 10^{-3}$
- $K_a = 10^{-PK_a} \Rightarrow K_a = 10^{-4.74}$
  $K_a = 10^{-4.74+5-5} \Rightarrow K_a = 10^{0.26-5}$
  $K_a = 10^{0.26} * 10^{-5} \Rightarrow K_a = 10^{-log1.8} * 10^{-5}$
  $K_a = 1.8 * 10^{-5}$



$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$



CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
a		0		0
$-X$		$+X$		$+X$
$a - X$		X		X

- $a - X$ تهمل لان قيمة $10^{-5} = K_a$
- $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{a} \Rightarrow a = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{1.8 * 10^{-5}}$$

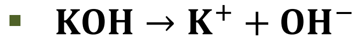
- $a = \frac{4*10^{-6}}{1.8*10^{-5}} = 0.22M = [CH_3COOH]$
- $V(L) = 250ml * \frac{1}{1000L/ml} = 0.250L$
- $m_{(g)} = M_{(\frac{mol}{L})} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$
  $m_{(g)} = 0.22 * 60 * 0.250$
  $m_{(g)} = 3.3g$

استراحه|| كلماتي

اذا المشكل الكتلك خوش كتله
وعلى كلبي الحزن مصفوف كتله
احسب التركيز اذا المطلوب كتله
لأن ماتطلع الكتله ابدون تركيز
وركز من تحل فدنوب تركيز
الكتلة تنحسب بس كون تركيز
المادة ايصير مابين اديه

❖ سؤال 3 – 25 | كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم $(M = 56g/mol)$ اللازم اضافتها الى 200ml من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

✓ الحل || نجد تركيز القاعدة KOH ثم نجد الكتلة



- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 11 = 3$
  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}$
- $KOH \rightarrow K^+ + OH^-$
  $10^{-3} \quad 0 \quad 0$
  $0 \quad 10^{-3} \quad 10^{-3}$
  $a = 10^{-3} \Leftrightarrow [OH^-] = [KOH] = 10^{-3}$
  $V(L) = 200ml * \frac{1}{1000\ ml/L} = 0.2(L)$
  $m_{(g)} = M_{mol/L} * M_{g/L} * V_{(L)}$
  $m_{(g)} = 10^{-3} * 56 * 0.2 = 0.0112(g)$

❖ سؤال واجب | ما كتلة حامض النتريك $(M = 63\ g/mol)$ الواجب اضافتها الى 300ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول يساوي 3

الحل |

✓ الجواب | $0.0189\ (g)$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح التمذوب

❖ 3 – 6 | التمذوب

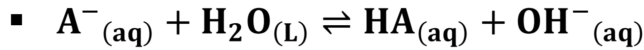
هو تفاعل المادة مع المذيب المستعمل لأذابتها وهي تحدث في المحاليل المائية غالباً

التحلل المائي :- هو تفاعل المادة مع الماء المستعمل لأذابتها وتتضمن بعض تفاعلات التحلل المائي التفاعل مع OH^-, H^+

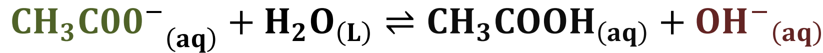
❖ يتضمن احد انواع التحلل المائي تفاعل الجذر السالب من الحامض (القاعده القرينة) (A^-) مع جزيء الماء لتكوين جزيء الحامض الضعيف غير المتأين (المتفكك) حيث يؤدي الى اضطراب الاتزان بين ايونات OH^-, H^+ وتكوين محلول قاعدي

- $A^{-}_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HA_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

زيادة في OH ليصبح المحلول قاعدي + حامض ضعيف ⇌ جذر سالب للحامض الضعيف



$CH_3COO^{-}_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$



❖ يتضمن التحلل المائي نوع اخر هو تفاعل الجذر الموجب من القاعدة الضعيفة (حامض قرين) مع جزيء الماء

$B^{+}_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons BOH_{(aq)} + H^{+}_{(aq)}$



زيادة في H^+ ليصبح المحلول حامضي + قاعدة ضعيفة ⇌ جذر موجب للقاعدة الضعيفة

$NH_{4(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons NH_4OH_{(aq)} + H^{+}_{(aq)}$



- **ملاحظة** || الملح يكون ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعدة مع الجزء السالب من الحامض .

أنتبه || احنه نعرف اي مركب يتكون من جزء موجب وجزء سالب .كذلك في الملح يكون الجزء الموجب منه جاي من القاعدة والجزء السالب جاي من الحامض .

يعني اي ملح نكدر نعرفه حامضي لو قاعدي نشوف الجزء الموجب (لازم قاعدة) قاعدة ضعيفه لو قويه . ونشوف الجزء السالب (لازم حامض) حامض قوي لو ضعيف .

1- $NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$



Na من NaOH قاعدة قوية

Cl من HCl حامض قوي

∵ NaCl ملح من قاعدة قويه وحامض قوي (ملح متعادل)

2- $NaCN \rightarrow Na^{+} + CN^{-}$



Na من NaOH قاعدة قوية

CN من HCN حامض ضعيف

∵ NaCN ملح من قاعدة قويه وحامض ضعيف (ملح قاعدي)

3- $NH_4Cl \rightarrow NH_4^{+} + Cl^{-}$



NH_4 من NH_4OH قاعدة ضعيفة

Cl من HCl حامض قوي

∵ NH_4Cl ملح من قاعدة ضعيفة وحامض قوي (ملح حامضي)

انتبة || يسمى ملح قاعدي اذا كان الملح مكون من حامض ضعيف وقاعدة قوية

و يسمى ملح حامضي اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

ويسمى ملح متعادل اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة قوية

لحل تعاليل الأملاح نتبع الخطوات الاتية

أ) نتذكر من اين مشتق الملح

ب) اي ايون من الملح يتفاعل مع الماء (الموجب ام السالب) (الطرف الضعيف من الملح فقط يتفاعل مع الماء)

ت) اي ايون يزداد من الماء (H^+ ام OH^-)

ملاحظة: اذا تفاعل الايون الموجب من الملح مع الماء يزداد H^+ من الماء واذا تفاعل الايون السالب من الملح مع الماء يزداد OH^- من الماء

1- املاح لقواعد قوية وحوامض قوية

هي املاح ناتجة من اتحاد الايون الموجب للقاعدة القوية والايون السالب للحامض القوي وتكون هذه الاملاح متعادلة وذلك لان ليس لأيوناتها الموجبة ولا السالبة القابلية على التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ .

- علل | محاليل الاملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة قويه تكون متعادلة ؟ وزاري
- الجواب | لأنه ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية ليس لايونه الموجب (قاعدة قويه) ولا ايونه السالب (حامض قوي) التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ ولاتحصل زيادة بـ H^+ ولا بـ OH^-

علل واجب | | عند اذابة كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 في الماء لا يؤثر على PH الماء ؟

الجواب |

ملاحظة | القرين هو عكس الصفة وعكس القوة (الحامض قرينه قاعدة) (الضعيف قرينه قوي)

ملاحظة | للملح المتعادل $PH = 7$, $[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$

استراحه | | كلماتي

ابو سطر بحرك احس بيه بلم لاح

وعفتني المشكلة يمكن بالاملاح

التعاليل التي توجد بالاملاح

وزاري وكل سنه واعتب عليه

2- املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة

عند اذابة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول قاعدي بسبب قابلية الايون السالب العائد الى الحامض الضعيف (قاعدة قرينه قويه) مع H^+ من الماء ليكون الحامض الضعيف وتحصل زيادة في تركيز OH^-.

- علل | محاليل الاملاح المشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة تكون قاعدية؟ وزاري
  - الجواب | لأنه ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قويه لذلك عند ذوبانه في الماء يتفاعل الايون السالب العائد الى الحامض الضعيف مع الماء وتحصل زيادة في تركيز OH^-.
- انتبه || الطرف القوي في الملح لا يتفاعل مع الماء
  الطرف الضعيف في الملح يتفاعل مع الماء
- علل || واجب | عند اذابة KCN في الماء يكون المحلول قاعدي (تزداد PH)؟

الجواب |

3- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية

هي املاح مشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض قوي وعند اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء يكون المحلول حامضي بسبب قابلية الايون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة على التفاعل مع ايونات OH^- من الماء لتكوين القاعدة الضعيفة وتحصل زيادة في تركيز H^+

- علل | محاليل الاملاح المشتقة من حوامض قوية وقواعد ضعيفة تكون حامضية ؟ وزاري
- الجواب | لأنه ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة لذلك يتفاعل الايون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة مع للماء وتحصل زيادة في H^+ لذلك يصبح المحلول حامضي .
- علل واجب | عند اذابة $(NH_4)_2SO_4$ في الماء يكون المحلول حامضي (تقل PH)؟
- الجواب ||

- عرف : تفاعلات التعادل: هو تفاعل حامض مع قاعدة نتيجة اتحاد ايونات H^+ مع OH^- وتكوين ملح من الايونات الموجبة للقاعدة والايونات السالبة للحامض

قوانين الملح المشتق من قاعدة قوية وحامض ضعيف

1- $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

K_a = ثابت تفكك الحامض الضعيف

K_h =ثابت التحلل المائي للملح

K_w =ثابت التأين الذاتي للماء = 10^{-14}

2- $PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log C]$

3- $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w * K_a}{C}}$

4- $[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_a}}$

تركيز الملح = C

ملاحظات مهمة ||

1- نعرف ان السؤال يخص التمنوب (التحلل المائي للأملاح)

اذا كان فقط الملح في السؤال او في المحلول (الملح اسمة مركب من كلمتين ولايحوي H^+ ولا OH^-

2- يمكن معرفة الملح قاعدي (مشتق من قاعدة قويه وحامض ضعيف) في الحالات الاتية :-

أ- من اسم الملح وصيغته الكيميائية

ب- اذا اعطى K_a للملح

ج- $PH > 7$

3- عند حل مسائل الاملاح لا نحتاج الى كتابة معادلة مجرد تطبيق مباشر للقوانين

- انتبه || الملح الاسم للقوي والشغل للضعيف . هنا ثابت التفكك K_a للحامض الضعيف

مثال 3-10 | ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 * 10^{-5}$ و ثابت الحاصل الايوني للماء $Kw = 1 * 10^{-14}$

✓ الحل |

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1*10^{-14}}{1.8*10^{-5}} = 5.6 * 10^{-10}$$

❖ مثال3 – 11 | احسب قيمة PH محلول لملح خلات الصوديوم تركيز 0.01 M في درجة حرارة 25℃ علما بأن قيمة $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 * 10^{-5}$ علماً ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل | نلاحظ الملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log C]$$

▪ $PH = \frac{1}{2}[14 + 4.74 - 2]$ $PH = \frac{1}{2}[18.74 - 2]$ $PH = \frac{1}{2}[16.74]$ $PH = 8.37$	❖ $PK_w = -\log K_w$ $PK_w = -\log 10^{-14}$ $PK_w = 14$
	❖ $PK_a = -\log K_a$ $PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$ $PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$ $PK_a = -(0.26 + (-5))$ $PK_a = 4.74$
	❖ $\log c = \log 0.01$ $= \log 10^{-2}$ $= -2$

❖ تمرين 3 – 10 | احسب تركيز أيون الهيدروكسيد للمحلول المائي لسيانيد البوتاسيوم KCN $K_{a(HCN)} = 4.9 * 10^{-10}$ تركيزه $(0.1\ mol/L)$ $\sqrt{2.04} = 1.43$

وهل المحلول حامضي ام قاعدي .

✓ الحل | ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية :

- $[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_a}}$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1 * 10^{-14} * 10^{-1}}{4.9 * 10^{-10}}} = \sqrt{\frac{1 * 10^{-15}}{49 * 10^{-11}}} = \sqrt{\frac{1}{49} * 10^{-4}}$$

$$[OH^-] = \frac{1}{7} * 10^{-2} = 0.143 * 10^{-2} = 1.43 * 10^{-3}$$ الملح قاعدي

قوانين الملح المشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

1- $K_h = \frac{K_w}{K_b}$

2- $PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - \log C]$

3- $[H^+] = \sqrt{\frac{C * K_w}{K_b}}$

ملاحظة || يمكن معرفة السؤال يخص الملح الحامضي :-

1- من اسم الملح وصيغته الكيميائية

2- اذا اعطى K_b للملح

3- $PH < 7$

- انتبه || لا تدوخ من اتشوف ملح حامضي ومنطي K_b لان ثابت التفكك هو للطرف الضعيف من الملح اي هو القاعدة الضعيفة (الملح : الاسم للقوي والشغل للضعيف)

❖ مثال 3 – 12 | كم هي قيمة PH محلول كلوريد الامونيوم تركيزه $0.2\ mol/L$ ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(NH_3) = 1.8 * 10^{-5}$ علما ان $log1.8 =$ 0.26 .

✓ الحل || كلوريد الامونيوم ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة لذلك يمكن ايجاد قيمة PH من :

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - logC]$$

❖ $PK_w = -log\ K_w$
$PK_w = -log10^{-14}$
$PK_w = 14$

❖ $PK_b = -logK_b$
$PK_b = -log1.8 * 10^{-5}$
$PK_b = -(log1.8 + log10^{-5})$
$PK_b = -(0.26 + (-5))$
$PK_b = 4.74$

❖ $logc = log0.2$
$logc = log2 * 10^{-1}$
$logc = log2 + log10^{-1}$
$logc = 0.3 + (-1)$
$= -0.7$

❖ $PH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - (-0.7)]$
$PH = \frac{1}{2}[9.26 + 0.7]$
$PH = \frac{1}{2}[9.96]$
$PH = 4.98$

❖ تمرين 3 – 11 | احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم $PK_b(NH_3) = 4.74$ بتركيز $0.5M$ هل المحلول حامضي ام قاعدي

✓ الحل || نجد PH للملح الحامضي ثم نجد POH

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - logC]$$

- ❖ $PK_w=14$
- ❖ $PK_b = 4.74$
- ❖ $\log c = \log 0.5$
  $= \log 5 * 10^{-1}$
  $= \log 5 + \log 10^{-1}$
  $= 0.7 + (-1)$
  $= -0.3$

- ❖ $PH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - (-0.3)]$
  $PH = \frac{1}{2}[9.26 + 0.3]$
  $PH = \frac{1}{2}[9.56]$
  $PH = 4.78$
- ❖ $POH = 14 - PH$
  $POH = 14 - 4.78$
  $POH = 9.22$ المحلول حامضي

❖ سؤال 3 – 3 | في المحاليل المائية للمواد التالية هل يكون المحلول حامضيا او قاعديأ او متعادلاً ؟ ولماذا ؟

أ – NH_4Cl	ب- Na_2SO_4	ج- CH_3COOK
د– CaF_2	هـ– $MgSO_4$	و- KCl

✓ الحل ||

أ- محلول حامضي لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

ب- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية

ج- محلول قاعدي لأنه مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية

د- محلول قاعدي لأنه مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية

ه- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قويه

و- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية

❖ سؤال 3 – 16 | احسب قيمة $PH, [OH^-]$ لمحاليل الاملاح الاتية :-

أ- $0.1M$ سيانيد الصوديوم $NaCN$ ب $0.25\ M$ من نترات الامونيوم NH_4NO_3

ج- $0.5M$ من نترات الصوديوم $NaNO_3$

- علما ان $K_a(HCN) = 4.9 * 10^{-10}$, $K_b(NH_3) = 1.8 * 10^{-5}$
- علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 4.9 = 0.7$, $\log 2.5 = 0.4$

✓ الحل |

أ) نحسب PH للملح القاعدي من قانون الملح القاعدي ثم نحسب OH^-

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log C]$$

❖ $PK_w = 14$

❖ $PK_a = -\log K_a$

$PK_a = -\log 4.9 * 10^{-10}$

$PK_a = -(\log 4.9 + \log 10^{-10})$

$PK_a = -(0.7 + (-10)) = 9.3$

❖ $\log C = \log 0.1$

$\log C = \log 10^{-1}$

$\log C = -1$

❖ $PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log C]$

$PH = \frac{1}{2}[14 + 9.3 + (-1)]$

$PH = \frac{1}{2}[23.3 - 1]$

$PH = \frac{1}{2}[22.3]$

$PH = 11.15$

❖ $[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_a}} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{\frac{1*10^{-14}*10^{-1}}{4.9*10^{-10}}}$

$[OH^-] = \sqrt{2.04 * 10^{-6}} = 1.43 * 10^{-3} M$

ب) نحسب PH للملح الحامضي ثم نجد OH^-

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - \log C]$$

❖ $PK_w = 14$

❖ $PK_b = -\log K_b$

$PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5)) = 4.74$

❖ $\log C = \log 0.25$

$\log C = \log 2.5 * 10^{-1}$

$\log C = \log 2.5 + \log^{10^{-1}}$

$\log C = 0.4 - 1 = -0.6$

❖ $PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - \log C]$

$PH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - (-0.6)]$

$PH = \frac{1}{2}[9.26 + 0.6]$

$PH = \frac{1}{2}[9.86]$

$PH = 4.93$

❖ $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_b}} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{\frac{1*10^{-14}*0.25}{1.8*10^{-5}}}$

$[H^+] = \sqrt{139 * 10^{-8}} = 11.8 * 10^{-4} M$

❖ $[OH^- = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{11.8*10^{-4}}$

$[OH^-] = 8.5 * 10^{-10}\ M$

- ج | ملح نترات الصوديوم ملح متعادل لذلك : $PH = 7$, $[OH^-] = 10^{-7}$

❖ 3 – 7| تأثير الايون المشترك

هي ظاهر تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الالكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .



يكون الأيون المشترك نوعين :

1- حامض ضعيف يضاف له ملحه القاعدي :

حامض ضعيف	$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$
ملحة القاعدي	$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$

- نلاحظ ان الحامض الضعيف CH_3COOH سيقل تفككه بوجود ملحة القاعدي CH_3COONa خلات الصوديوم بسبب وجود الايون المشترك بينهما CH_3COO^- حيث تحدث زيادة في CH_3COO^- مما يرجع الحامض الضعيف CH_3COOH التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة وبالتالي يقل تفككه

2- قاعدة ضعيفة يضاف اليها ملحها الحامضي :

قاعدة ضعيفة	$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
ملحها الحامضي	$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$

نلاحظ ان وجود ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl سيقلل من تفكك الامونيا NH_4OH بسبب الايون المشترك NH_4^+ حيث تحدث زيادة في ايون الامونيوم NH_4^+ فترجع القاعدة الضعيفة (الامونيا) التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة مما يؤدي الى تقليل تفكك القاعدة الضعيفة .

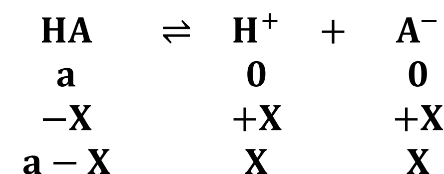
خطوات حل اسئلة الايون المشترك

1) نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف (حامض ضعيف او قاعدة ضعيفة) ونجد المطلوب PH, $[H^+]$, $[OH^-]$ او درجة التأين .

2) نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف ونكتب تحتها معادلة تفكك الملح (ملح حامضي او ملح قاعدي) ونأخذ تركيز الايون المشترك القادم من الملح ونجعله للأيون المشترك من الالكتروليت الضعيف ونجد مره اخرى (PH, $[H^+]$, $[OH^-]$ او درجة التأين) ونقارن بينهما .

مثال توضيحي

1- حامض ضعيف



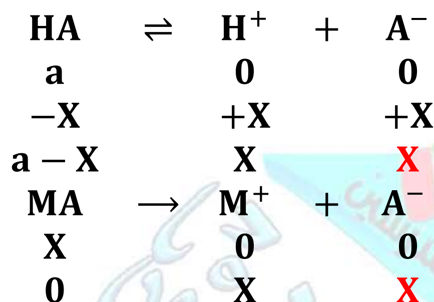
HA	⇌	H^+	+	A^-
a		0		0
$-X$		$+X$		$+X$
$a - X$		X		X

لـ تهمل

$$K_a = \frac{[X]^2}{[a]}$$

- و نجد المطلوب

2-



HA	⇌	H^+	+	A^-
a		0		0
$-X$		$+X$		$+X$
$a - X$		X		X
MA	⟶	M^+	+	A^-
X		0		0
0		X		X

$$K_a = \frac{[X][X]}{[a]}$$

❖ ونجد المطلوب

ملاحظة || نعرف ان السؤال يخص موضوع الايون المشترك
اذا كان السؤال) ما التأثير الذي يحصل من اضافة ملح حامضي الى قاعدة ضعيفة أو ما التأثير الناتج من اضافة ملح قاعدي الى حامض ضعيف

- أنتبه || هواي طلاب ما يفرقون بين الايون المشترك وبين بفر باعتبار بفر و الايون المشترك يحتوون على نفس المواد في اناء التفاعل تريد الصدك هم نفس الشيء بس راح انطيك شيء يميز الايون المشترك و عندك خطوات حل للايون المشترك تمشي عليهم من اتشوف السؤال يكول ما التأثير الناتج .

ملاحظة || عندما يطلب بالسؤال ما التأثير الناتج على :-

أ- PH : نستخرج PH (قبل الاضافة) للالكتروليت الضعيف وحده و PH بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

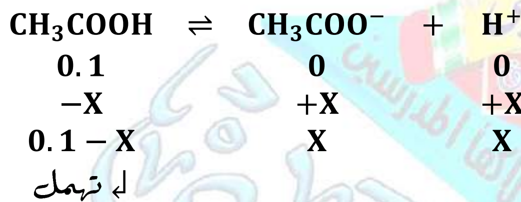
ب- $[H^+]$: نستخرج $[H^+]$ قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وحده و $[H^+]$ بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

ج- $[OH^-]$: نستخرج $[OH^-]$ قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وحده و $[OH^-]$ بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

د- درجة التأين :- نستخرج درجة التأين للالكتروليت الضعيف وحده قبل الاضافة ودرجة التأين بعد الاضافة بوجود الايون المشترك .

❖ **مثال 3 – 13 |** ما التأثير الذي تحدثه اضافة (g) 8.2 (0.1mol) من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز 0.1mol/L على تركيز ايون $[H^+]$ عند 25°C علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$

✓ **الحل |** نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيفة ونجد $[H^+]$
ثم نجد $[H^+]$ بعد تأثير الايون المشترك من الملح ونقارن بينهما .



1-

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.1	0	0
−X	+X	+X
0.1 − X	X	X

0.1 − X ← تهمل

❖ $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$

$X^2 = 1.8 * 10^{-6}$ بالجذر $\Rightarrow X = 1.3 * 10^{-3}M = [H^+]$

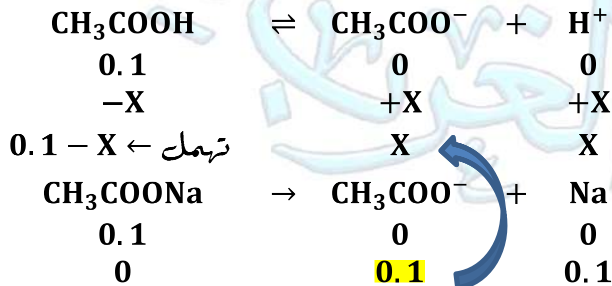
2-

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.1	0	0
−X	+X	+X
0.1 − X ← تهمل	X	X

$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na$$

0.1	0	0
0	0.1	0.1



❖ $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

$1.8 * 10^{-5} = \frac{0.1 * X}{0.1} \Rightarrow 0.1 * X = 1.8 * 10^{-6}$

$X = \frac{1.8 * 10^{-6}}{0.1} \Rightarrow X = 1.8 * 10^{-5} = [H^+]$

❖

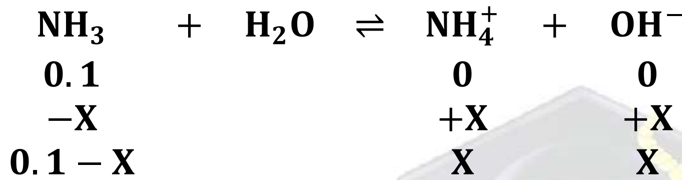
- عند مقارنة تركيز $[H^+]$ قبل الاضافة وبعد اضافة الملح نجد ان تركيز $[H^+]$ قد انخفض بعد اضافة الملح بسبب وجود الايون المشترك الذي يسبب نقص تفكك الحامض الضعيف .

❖ **تمرين 3 – 12** | ما التأثير الناتج من اضافة (g) 26.75 (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة الضعيفة ؟ علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة

$$K_b(NH_3) = 1.8 * 10^{-5}$$

✓ **الحل** || نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة ونحسب درجة التفكك ثم نحسب درجة التفكك بعد تأثير الايون المشترك ونقارن بينهما

1-



NH_3	+	H_2O	⇌	NH_4^+	+	OH^-
0.1				0		0
−X				+X		+X
0.1 − X				X		X

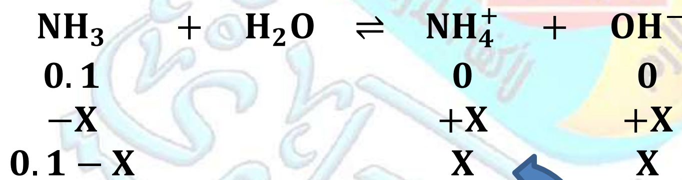
لـ تهمل

- $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$

$X^2 = 1.8 * 10^{-6}$ بالجذر $\Rightarrow X = 1.3 * 10^{-3} M$

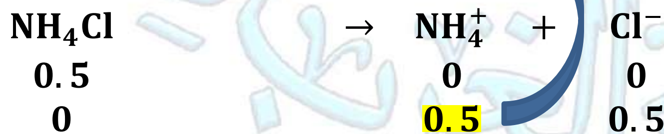
- درجة التفكك $= \frac{X_{\text{المتأين}}}{a_{\text{الابتدائي}}} = \frac{1.3*10^{-3}}{0.1} = 1.3 * 10^{-2}$

2-



NH_3	+	H_2O	⇌	NH_4^+	+	OH^-
0.1				0		0
−X				+X		+X
0.1 − X				X		X

لـ تهمل



NH_4Cl	→	NH_4^+	+	Cl^-
0.5		0		0
0		0.5		0.5

❖ $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

$1.8 * 10^{-5} = \frac{0.5 * X}{0.1} \Rightarrow 0.5 * X = 1.8 * 10^{-6}$

$X = \frac{1.8 * 10^{-6}}{0.5} \Rightarrow X = 3.6 * 10^{-6}\ M = [OH^-]$

- درجة التفكك $= \frac{X_{\text{المتأين}}}{a_{\text{الابتدائي}}} = \frac{3.6*10^{-6}}{0.1} = 3.6 * 10^{-5}$

- نلاحظ ان درجة التفكك قلت بسبب وجود الايون المشترك الذي يعمل على تقليل تفكك القاعدة الضعيفة

❖ 3 – 8 | المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

هو مزيج مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي او من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كميات صغيره من حامض قوي او قاعدة قوية .

❖ يكون محلول بفر نوعين :

1- حامض ضعيف وملحه القاعدي

2- قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

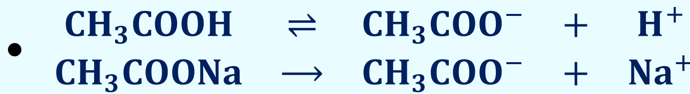


انقر على الباركود لمشاهدة شرح محاليل بفر

❖ **النوع الاول :-** بفر حامض ضعيف وملحه القاعدي

- **حالاته الثلاثة :**

1- اذا كان حامض ضعيف وملحه القاعدي بدون اضافة :



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

▪ يكون قانونه بالصورة الاتية :

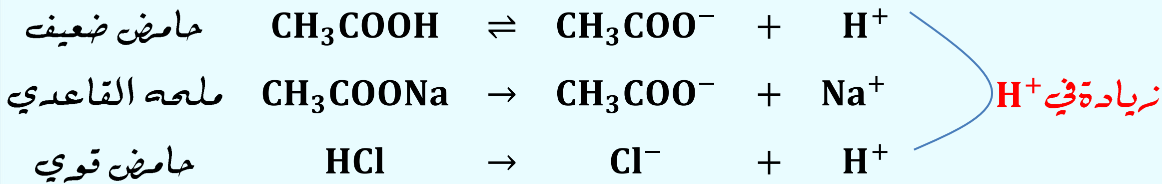
salt = ملحه

acid = حامض ضعيف

○ $PH = PK_a + \log\frac{salt}{acid}$

○ $[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$

2- عند اضافة حامض قوي :



حامض ضعيف	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+	
ملحه القاعدي	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+	زيادة في H^+
حامض قوي	HCl	$\rightarrow$	Cl^-	+	H^+	

▪ عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات H^+ في المحلول وبالتالي سوف تحصل زيادة في $[H^+]$ في المحلول (بسبب وجود H^+ من الحامض الضعيف) لذلك يرجع الحامض الضعيف التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة في تركيز $[H^+]$ لذلك يزداد تركيز الحامض مقدار $[H^+]$ ويقل تركيز الملح مقدار H^+

▪ ويصبح القانون : $PH = PK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$

- انتبه || خاف ما فهمت هاي الهوسه وما عرفت ليش الزيادة للحامض والنقص من الملح . شوف عندك بالاناء طرف حامضي الي هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي انضاف حامض المهم منو يزيد طبعا الطرف الحامضي يزيد الي هو الحامض الضعيف .

3- عند اضافة قاعدة قوية

حامض ضعيف	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+	
ملحه القاعدي	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+	H_2O
قاعدة قوية	$NaOH$	$\rightarrow$	Na^+	+	OH^-	

- عند اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات OH^- في المحلول والتي تتفاعل مع H^+ من الحامض الضعيف وتكون الماء لذا يحصل نقص في تركيز $[H^+]$ فيزيد الحامض الضعيف من تفككه ويرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في H^+ لذلك يقل الحامض الضعيف بمقدار OH^- ويزداد الملح القاعدي بمقدار OH^-
- ويصبح القانون : $PH = PK_a + \log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$

- انتبه || عندك طرف حامضي الى هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي ضافو اله قاعدة قويه منو يزيد اكيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راح تشوف (الملح + OH^-) و (الحامض - OH^-)

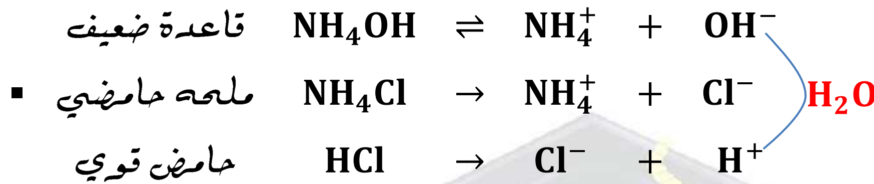
النوع الثاني :- بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

- **حالاته الثلاثة :**

1- اذا كان بدون اضافة :

قاعدة ضعيفة	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
ملح حامضي	NH_4Cl	$\rightarrow$	NH_4^+	+	Cl^-

- يكون قانونه بالصورة الاتية :



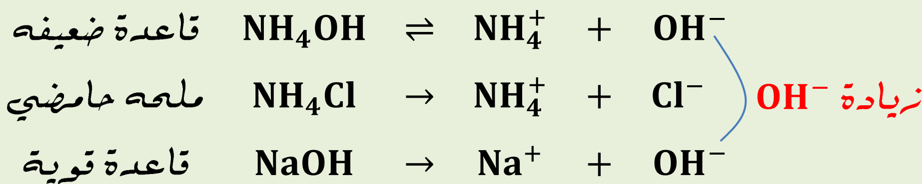
- $POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$
- $[OH^-] = K_b * \frac{[base]}{[salt]}$

salt = ملحه
base = قاعدة ضعيفة

2- عند اضافة حامض قوي :

قاعدة ضعيف	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-	
ملحه حامضي	NH_4Cl	$\rightarrow$	NH_4^+	+	Cl^-	H_2O
حامض قوي	HCl	$\rightarrow$	Cl^-	+	H^+	

- عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات H^+ في المحلول والتي تتفاعل مع OH^- السالب من القاعدة الضعيفه لتكوين الماء بالتالي يحصل نقص في تركيز $[OH^-]$ لذلك ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في OH^- فيقل تركيز القاعدة بمقدار H^+ ويزداد تركيز الملح الحامضي بمقدار H^+
- ويصبح القانون $POH = PK_b + \log \frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$



- انتبه || عندك طرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة وطرف حامضي الي هو الملح الحامضي وضافو اله حامض قوي منو يزيد اكيد الطرف الحامضي الي هو الملح الحامضي . (الملح + $[H^+]$) و (القاعدة - $[H^+]$)

3- عند اضافة قاعدة قوية

قاعدة ضعيفه	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-	
ملحه حامضي	NH_4Cl	$\rightarrow$	NH_4^+	+	Cl^-	زيادة OH^-
قاعدة قوية	$NaOH$	$\rightarrow$	Na^+	+	OH^-	

- عند اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات OH^- في المحلول حيث تحصل زيادة مع OH^- من القاعدة الضعيفة بالتالي ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة في OH^- فيزداد تركيز القاعدة الضعيفة مقدار OH^- ويقل تركيز الملح الحامضي مقداره OH^-

▪ ويصبح القانون : $POH = PK_b + \log \frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$

▪ **انتبه ||** عندك طرف حامضي الي هو الملح الحامضي وطرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة ضافو اله قاعدة قويه منو يزيد اكيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راح تشوف (القاعدة + OH^-) و يقل الملح الحامضي (الملح - OH^-)

خطوات حل اسئلة بفر بدون اضافة

نكتب القانون الخاص ببفر وتطبيق مباشر للقانون ونجد المطلوب

خطوات حل اسئلة بفر مع وجود اضافة

1- نجد تركيز الالكتروليت المضاف (حامض أو قاعدة قويه) عن طريق أ او ب او ج

أ- اذا كان الالكتروليت المضاف كتله بالغرام نجد تركيزه من قانون $M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$

ب- اذا كان المضاف تركيز كبير وحجم نطبق قانون التخفيف لايجاد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

❖ قبل الاضافة للمضاف | تركيز المضاف بعد الاضافة | حجم محلول بفر

ج- اذا كان المضاف تركيز قليل بدون حجم لا نجري عليه اي عملية ونأخذه مباشر للخطوة الثانية

2- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت القوي بعد الاضافة ونجد تركيز (H^+) اذا كان المضاف حامض قوي ونجد تركيز (OH^-) اذا كان المضاف قاعدة قويه :



حامض قوي	HCL	$\rightarrow$	H^+	$+$	Cl^-
	a		0		0
	0		a		a

قاعدة قويه	$NaOH$	$\rightarrow$	Na^+	$+$	OH^-
	a		0		0
	0		a		a

3- نكتب القانون الخاص ببفر مع الاضافة حسب نوع بفر في السؤال

❖ **انتبه ||** من نطلع تركيز H^+ , OH^- بالخطوة الثانية مو تصير شاطر وتطلع منه PH... لا هذه التراكيز هي مقدار الزياده او النقص في قانون بفر

انتبه || شلون اعرف السؤال يخص موضوع بفر؟ من تشوف بالسؤال

(قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي) او (حامض ضعيف وملحه القاعدي)

وضايفله حامض قوي او قاعدة قويه (او بدون اضافة هذا محلول بفر)

ولاتنسى الايون المشترك هو بفر لكن عدنه خطوات نحل الايون المشترك من

نشوف السؤال يطلب (ما التأثير) اذا ما شفت ما التأثير نحل على قوانين بفر

❖ **حل مسائل بفر بدون اضافة مباشرة تطبيق قانون بفر الخاص به**

❖ **مثال 3 – 14** | احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من $0.1M$ حامض الخليك و $0.2M$ من خلات الصوديوم اذا علمت ان

$K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$: علما ان $log2 = 0.3$ $log1.8 = 0.26$

✓ **الحل ||** نلاحظ ان المحلول مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي اذا هو بفر بدون اضافة

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log PK_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5))$

$PK_a = 4.74$

❖ $PH = 4.74 + \log\frac{0.2}{0.1}$

$PH = 4.74 + \log 2$

$PH = 4.74 + 0.3$

$PH = 5.04$

❖ $[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$

$[H^+] = 1.8 * 10^{-5} * \frac{0.1}{0.2}$

$[H^+] = \frac{1.8 * 10^{-6}}{2 * 10^{-1}} = 9 * 10^{-6}M$

استراحه || كلماتي

حبيبي اشكد حلو امرتب منظم

وعليه امستم اوضاعه منظم

بفر جنك ومحلولك منظم

بس خايف يوم تتغير عليه

❖ مثال 3 – 15 | ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا بتركيز 0.1M لتكون قيمته تساوي PH = 9 $(PK_b = 4.74)$

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي:

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 0.26 = \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log 1.8 = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 1.8 = \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow [salt] = 0.18\ M$$

❖ تمرين 3 – 14 | ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3M اذا علمت ان قيمة PH = 4.31 للمحلول .

❖ علما ان $K_a = 1.8 * 10^{-5}$ علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 0.37 = -0.43$

✓ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي

✓

$$PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26) + (-5))$$

$$PK_a = 4.74$$

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$$4.31 = 4.74 + \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$4.31 - 4.74 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$\log 0.37 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$0.37 = \frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = 0.81\ M$$

❖ سؤال 3 – 14 | اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $PH = 9$ من مزج NH_4Cl مع NH_3 كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ ؟ علماً ان $PK_b = 4.74$

علماً ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نلاحظ ان المزيج بفر من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي والمطلوب ايجاد $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

❖ $5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$5 - 4.74 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$0.26 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$\log 1.8 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

❖ $1.8 = \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

❖ سؤال 3 – 18 | احسب كتلة كلوريد الامونيوم $M = 53.5\ g/mol$ الواجب اضافتها الى 500ml من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول = 9.0 علما ان ثابت التفكك للامونيا $= 1.8 * 10^{-5}$

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل | نلاحظ ان المزيج متكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي لذلك نجد تركيز الملح الحامضي من قانون بفر الخاص به ثم نجد الكتلة :

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

❖ $PK_b = -\log K_b \Rightarrow PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5)) \Rightarrow PK_b = 4.74$

• $5 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.15}$

$5 - 4.74 = \log\frac{[salt]}{0.15}$

$0.26 = \log\frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow \log 1.8 = \log\frac{[salt]}{0.15}$

$1.8 = \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow [salt] = 0.270\ M$

• $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L \longleftarrow 500ml = 0.5L$

$m_g = 0.270_{mol/L} * 53.5_{g/mol} * 0.5L$

$m_g = 7.22\ (g)$

❖ سؤال 3 – 12 | احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $M = 82\ g/mol$ اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125 M حامض الخليك للحصول على بفر تكون قيمة PH له تساوي 4.74 علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك $1.8 * 10^{-5}$.

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 1 = 0$

✓ الحل | محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي نجد تركيز الملح ثم نحسب كتلته :

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5))$

$PK_a = 4.74$

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$4.74 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.125}$

$4.74 - 4.74 = \log\frac{[salt]}{0.125}$

$0 = \log\frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow \log 1 = \log\frac{[salt]}{0.125}$

$1 = \frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow [salt] = 0.125$

❖ $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

$m_g = 0.125 * 82 * 1$

$m_g = 10.25\ (g)$

❖ تمرين 3 – 13 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز $0.15\ mol/L$ و NH_4Cl بتركيز $0.3\ mol/L$ وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15M علما ان : $PK_b = 4.74$

❖ علما ان : $\log 1.8 = 0.26$, $\log 2 = 0.3$, $\log 1.6 = 0.2$

✓ الحل || نجد PH لمحلول بفرثم نجد PH للامونيا وحدها ونقارن النتيجة .

- $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.30}{0.15}$

$POH = 4.74 + \log 2$

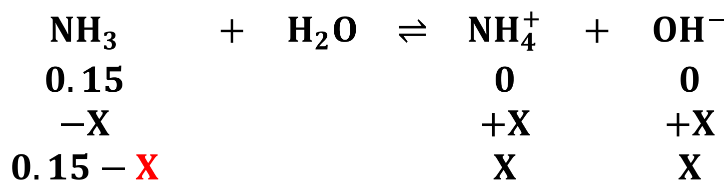
$POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 5.04 = 8.96$

- نجد PH للامونيا كما تعلمنا سابقاً

NH_3	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
0.15				0		0
−X				+X		+X
0.15 − X				X		X

تهمل



$$k_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15} \Rightarrow X^2 = 2.7 * 10^{-6}$$ بالجذر

$$X = 1.6 * 10^{-3} = [OH^-]$$

- $POH = -\log[OH^-]$

  $POH = -\log[1.6 * 10^{-3}]$

  $POH = -(\log 1.6 + \log 10^{-3})$

  $POH = -(0.2 + (-3))$

  $POH = -(-2.8) \Rightarrow POH = 2.8$

- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2.8 = 11.2$

$$K_b = 10^{-PK_b}$$
$$K_b = 10^{-4.74}$$
$$K_b = 10^{-4.74+5-5}$$
$$K_b = 10^{0.26} * 10^{-5}$$
$$K_b = 10^{\log 1.8} * 10^{-5}$$
$$K_b = 1.8 * 10^{-5}$$

- نلاحظ ان قيمة الاس الهيدروجيني للامونيا = 11.2 ولكنها قلت عند وجود الملح الحامضي بسبب وجود الايون المشترك يقلل من تفكك القاعدة الضعيفة .

حل اسئلة بفر بوجود الاضافة

❖ مثال 3 – 16 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH بعد اضافة 1ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1M
علما ان $PK_a = 4.74$ علما ان $\log 0.81 = -0.09$

❖ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي عند اضافة حامض قوي نتبع الخطوات الثلاثه للحل

1- $M_1V_1 = M_2 \quad V_2$

قبل الاضافة = بعد الاضافة حجم محلول بفر

نلاحظ انه اعطي حجم وتركيز للمضاف لذا

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \qquad \Leftrightarrow 1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$

2-

$$\begin{array}{ccccc} HCl & \rightarrow & H^+ & + & Cl^- \\ 0.01 & & 0 & & 0 \\ 0 & & 0.01 & & 0.01 \end{array}$$

$[H^+] = 0.01$

3-

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

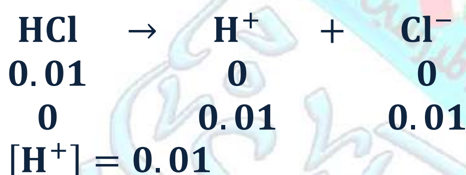
$$PH = 4.74 + \log\frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log 0.81$$

$$PH = 4.74 + (-0.09)$$

$$PH = 4.65$$



❖ تمرين 3 – 15 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH :

أ- للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز $0.1\ M$ وكلوريد الامونيوم بتركيز $0.1\ M$

ب- لنفس المحلول لكن بعد اضافة $1ml$ من حامض الكبريتيك تركيزه $10\ M$ ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة علما ان $PK_b = 4.74$

علما ان $\log 1 = 0$, $\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.47$

✓ الحل ||

أ- نجد PH لبفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.1}{0.1}$

$POH = 4.74 + \log 1$

$POH = 4.74 + 0$

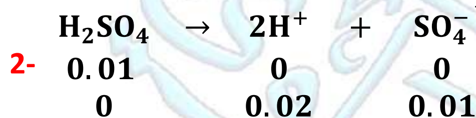
$POH = 4.74 \Rightarrow PH = 14 - POH \Rightarrow PH - 14 - 4.74 = 9.26$

ب- نجد PH

لنفس المحلول لكن بعد اضافة الحامض القوي حامض الكبريتيك لذ اصبح لدينا بفر عند اضافة حامض قوي نحل بالخطوات الثلاثة نلاحظ انه اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذا :

1- $M_1V_1 = M_2 \quad V_2$

قبل الاضافة — بعد الاضافة — حجم محلول بفر



$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01\ M$

2-

H_2SO_4	$\rightarrow$	$2H^+$	+	SO_4^-
0.01		0		0
0		0.02		0.01

$[H^+] = 0.02$

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.1 + 0.02}{0.1 - 0.02}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.12}{0.08}$

$POH = 4.74 + \log\frac{3}{2}$

$POH = 4.74 + (\log 3 - \log 2)$

$POH = 4.74 + (0.47 - 0.30)$

$POH = 4.74 + 0.17$

$POH = 4.91$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 4.91 = 9.09$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

❖ بعد الاضافة — قبل الاضافة

$\Delta PH = 9.09 - 9.26$

$\Delta PH = -0.17$

• نلاحظ ان قيمة PH قلت بسبب نقصان تركيز $[OH^-]$ الذي اتحدت مع $[H^+]$ القادم من الحامض



❖ سؤال 3 – 13 | أ- ما قيمة الاس الهيدروجيني PH لمزيج بفري مكون من حامض النتروز HNO_2 $K_a(HNO_2) = 4.5 * 10^{-4}$ بتركيز 0.12M ونتريت الصوديوم بتركيز 0.15M

ب - احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة 1.0g من هيدروكسيد الصوديوم $M = 40\ g/mol$ الى لتر واحد من محلول البفر علماً ان: $\log 4.5 = 0.65$, $\log 1.25 = 0.1$, $\log 1.84 = 0.26$

✓ الحل | | أ - نلاحظ ان المزيج مكون من حامض ضعيف HNO_2 وملحه القاعدي $NaNO_2$ لذا نستخدم القانون :

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Longrightarrow PK_a = -\log 4.5 * 10^{-4}$

$PK_a = -(\log 4.5 + \log 10^{-4})$

$PK_a = -(0.65 + (-4))$

$PK_a = 3.35$

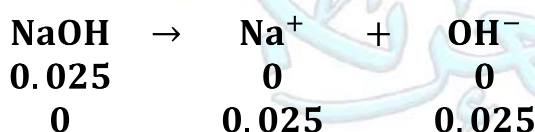
❖ $PH = 3.35 + \log\frac{0.15}{0.12}$

$PH = 3.35 + \log 1.25$

$PH = 3.35 + 0.1$

$PH = 3.45$

ب - نحسب PHنفس المحلول لكن بعد اضافة 1.0 g من القاعدة القوية هيدروكسيد الصوديوم عن طريق خطوات الثلاثة : (هنا اعطى كتلة للمضاف لذلك نجد تركيزها عن طريق)



1- $M_{mol/L} = \frac{m_g}{Mg/mol * V_L}$

$M_{mol/L} = \frac{1.0\ g}{40\ g/mol * 1\ L}$

$M_{NaOH} = 0.025\ M$

2-

NaOH	→	Na^+	+	OH^-
0.025		0		0
0		0.025		0.025

$[OH^-] = 0.025\ M$

3- $PH = PK_a + \log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$

$PH = 3.35 + \log\frac{0.15 + 0.025}{0.12 - 0.025}$

$PH = 3.35 + \log\frac{0.175}{0.095}$

$PH = 3.35 + \log 1.84$

$PH = 3.35 + 0.26 = 3.61$

- سؤال 3 – 11 | ماتركيز الامونيا NH_3 في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع

$[OH^-] = 1.2 * 10^{-5}$ و $[NH_4^+] = 0.01M$

علما ان ثابت تفكك الامونيا $1.8 * 10^{-5}$

- علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 1.2 = 0.08$, $\log 1.5 = 0.18$

✓ الحل | | | بفر مكون من قاعدة ضعيفة NH_3 وملحها الحامضي NH_4^+ نطبق القانون :

$POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = -\log[OH^-]$

$POH = -\log 1.2 * 10^{-5}$

$POH = -(\log 1.2 + \log 10^{-5})$

$POH = -(0.08 + (-5))$

$POH = 4.92$

$PK_b = -\log K_b$

$PK_b == -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5))$

$PK_b = 4.74$

$POH = PK_b + \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$

$4.92 = 4.74 + \log\frac{0.01}{[NH^3]}$

$4.92 - 4.74 = \log\frac{0.01}{[NH_3]}$

$0.18 = \log\frac{0.01}{[NH_3]}$

$\log 1.5 = \log\frac{0.01}{[NH_3]} \Rightarrow 1.5 = \frac{0.01}{[NH_3]}$

$[NH_3] = \frac{0.01}{1.5} = 0.00666 \Leftrightarrow [NH_3] = 6.66 * 10^{-3}M$

طريقة حل ثانية

$POH = PK_b + \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$

$OH = K_b * \frac{[NH_3]}{[NH_4]}$

$1.2 * 10^{-5} = 1.8 * 10^{-5} * \frac{[base]}{[0.01]}$

$[base] = \frac{1.2*10^{-5}*0.01}{1.8*10^{-5}}$

$[base[NH_3] = 6.66 * 10^{-3}M$

✓

❖ سؤال اضافي مهم | محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و $PH = 2.7$ مزج مع ملحة المشتق منه تركيزه $0.1M$ ما PH المحلول الناتج بعد المزج .
علما ان $\log 2 = 0.3 , \log 1.8 = 0.26$

✓ الحل ||

• انتبه | المحلول الناتج هو بفر مكون من حامض ضعيف وملحة المشتق منه (ملح قاعدي) مطلوب ايجاد PH له

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

• انتبه | لو نلاحظ ان تركيز الحامض غير معلوم وكذلك K_a للحامض غير معلوم . من PH نجد تركيز H (التأين) ومن النسبة المئوية نجد تركيز الحامض ومن تركيز الحامض والتأين نجد K_a ثم نجد PK_a

$$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7}$$
$$[H^+] = 10^{-2.7+3-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.3-3}$$
$$[H^+] = 10^{0.3} * 10^{-3}$$
$$[H^+] = 10^{\log 2} * 10^{-3} \Rightarrow [H^+] = 2 * 10^{-3}$$

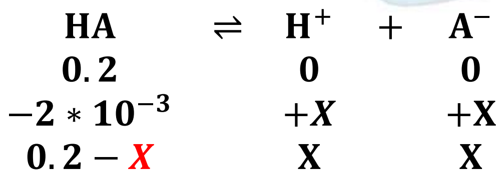
• النسبة المؤية % = $\frac{\text{التأين}[H^+]}{\text{التركيز الابتدائي}} * 100\%$

$$\%1 = \frac{2 * 10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} * 100\%$$

$$1 = \frac{100*2*10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} \Leftarrow \text{التركيز الابتدائي} = 0.2\ M$$

❖ نفرض الحامض الضعيف HA

HA	⇌	H^+	+	A^-
0.2		0		0
$-2*10^{-3}$		$+X$		$+X$
$0.2 - X$		X		X



❖ $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{[X][X]}{[a]}$

$$K_a = \frac{(2*10^{-3})^2}{0.2} \Rightarrow K_a = \frac{4*10^{-6}}{0.2} = 2*10^{-5}$$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = \log\ 2 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 2 + \log 10^{-5})$

$PK_a = -(0.3 + (-5)) \Rightarrow PK_a = 4.7$

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$PH = 4.7 + \log\frac{0.1}{0.2}$

$PH = 4.7 + \log\frac{1}{2}$

$PH = 4.7 + (\log 1 - \log 2)$

$PH = 4.7 + 0 - 0.3$

$PH = 4.4$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الذوبانية

❖ 3 – 9 الذوبانية وثابت حاصل الاذابة .

هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة

(اي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة)

❖ تعتمد قابلية الذوبان على :

1- الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات المكونة للمادة .

2- مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة انتشار هذه الايونات

❖ لو اخذنا التفاعل الاتي باعتبار AB مادة ايونية صلبة : $AB + H_2O \rightleftharpoons A^+ + B^-$

❖ ثابت الاتزان : $K_{eq} = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$

❖ بما ان AB مركب صلب شحيح الذوبان لذلك يعتبر تركيزه قيمة ثابتة لا تتغير بسبب تفكك جزء صغير منه جداً .

- وعلى هذا الاساس يمكن كتابة العلاقة السابقة كالاتي : $K_{SP} = [A^+][B^-]$

❖ ثابت حاصل الاذابة K_{SP} :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للأيونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح كلا مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الموزونة .

❖ تكون الذوبانية نوعين :

1- الذوبانية المولارية $S_{mol/L}$ عدد المولات في لتر

2- الذوبانية الغرامية $S_{g/L}$ عدد الغرامات في لتر

✓ العلاقة بين الذوبانية المولارية والذوبانية الغرامية : $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}}$

❖ يمكن التعبير عن حاصل الاذابة ومعادلة الأسات بالشكل الاتي :



1- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

S S

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

❖ ملاحظة || عدد مولات الايون تضرب في S وتصبح اس له



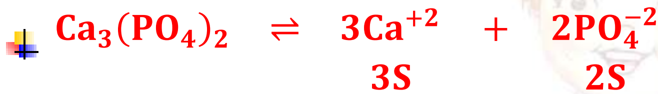
2- $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^{-}$

S 2S

$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^{-}]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$



$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-2}$

3S 2S

$K_{SP} = [Ca^{+2}]^3\,[PO_4^{-2}]^2$

$K_{SP} = (3S)^3(2S)^2$

$K_{SP} = 27S^3 * 4S^2$

$K_{SP} = 108\ S^5$

ملاحظة || قبل الدخول الى مسائل الذوبانية تذكر ان الذوبانية هي للأملاح الشحيحة ($\rightleftharpoons$) والاملاح الشحيحة هي الكتروليتات ضعيفة تتفكك تفكك جزئي

ملاحظة || نعرف ان السؤال يخص موضوع الذوبانية عندما يعطي او يطلب ذوبانية او عندما يعطي او يطلب K_{SP}

تقسم مسائل الذوبانية الى ستة اقسام

✓ القسم الاول :- اذا اعطى K_{SP} وطلب ذوبانية في المحلول المشبع او في الماء النقي او اذا اعطى ذوبانية في المحلول المشبع او في الماء النقي وطلب K_{SP}

لحل هذا النوع من الاسئلة :- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونكتب قانون K_{SP} ونجد المجهول . يحل القسم الاول حسب المخطط



❖ مثال 3 – 17 || ماهي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟
❖ اذا علمت ان ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 * 10^{-8}$

✓ الحل || نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونطبق قانون K_{SP}

❖ $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$
S S

$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$
$K_{SP} = (S)(S)$
$K_{SP} = S^2$
$1.6 * 10^{-8} = S^2$ بالجذر
$S = 1.26 * 10^{-4}$

❖ تمرين 3 – 16 || اذا علمت ان لتر واحد من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332\ g/mol)$ يحوي $0.0215\ g$ من الملح احسب ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح .

✓ الحل || تذكر انه يمكن حساب K_{SP} من الذوبانية المولارية فقط وهنا اعطى ذوبانية غرامية لذلك نجد الذوبانية المولارية ثم نجد K_{SP}

✓ $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.0215_{g/L}}{332_{g/mol}} = 6.5 * 10^{-5}$

❖ $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+1} + CrO_4^{-2}$
2S S

$K_{SP} = [Ag^{+}][CrO_4^{-2}]$
$K_{SP} = (2S)^2(S)$
$K_{SP} = 4S^3 \Rightarrow K_{SP} = 4(6.5 * 10^{-5})^3 \Rightarrow K_{SP} = 1.09 * 10^{-12}$

❖ مثال 3 – 18 || احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح كبريتات الباريوم $M = 233\ g/mol$ اذا علمت ان لتر واحد من محلولة المائي المشبع يحوي $0.0025\ g$ من ملح $BaSO_4$ الذائب

✓ الحل || نجد الذوبانية المولارية ثم نجد K_{SP}

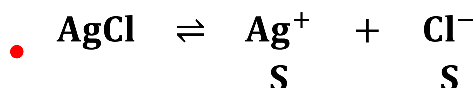
- $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.0025_{g/L}}{233_{g/mol}} = 1.1 * 10^{-5}$
- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$
S S

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$
$K_{SP} = (S)(S)$
$K_{SP} = S^2$
$K_{SP} = (1.1 * 10^{-5})^2 \Rightarrow K_{SP} = 1.2 * 10^{-10}$

❖ تمرين 3 − 17 || احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة $AgCl$ $(M = 143.5\ g/mol)$ في محلولة عند حالة الاتزان

❖ اذا علمت ان $K_{SP} = 1.8 * 10^{-10}$ علماً ان $\sqrt{1.8} = 1.3$

✓ الحل || من K_{SP} نجد الذوبانية المولارية ثم نجد الذوبانية بدلالة g/L



- $AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$
  $\quad\quad\quad\quad S \quad\quad S$

$K_{SP} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^{2} \Rightarrow 1.8 * 10^{-10} = (S)^{2}$ بالجذر

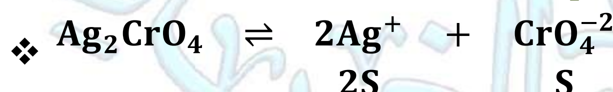
$S = 1.3 * 10^{-5}$

- $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

$S_{g/L} = 1.3 * 10^{-5} * 143.5 = 1.9 * 10^{-3}$

❖ سؤال 3 − 20 | ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332\ g/mol)$ التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر علما بأن $K_{SP} = 1.1 * 10^{-12}$

علما ان $\sqrt[3]{275} = 6.5$



✓ الحل || انتبه هنا يطلب عدد غرامات وليس ذوبانية غرامية لذا نجد الذوبانية المولارية والتي تمثل التركيز المولاري ثم نجد الكتلة $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$

❖ $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + CrO_4^{-2}$
$\quad\quad\quad\quad 2S \quad\quad S$

$K_{SP} = [Ag^{+}]^{2}[CrO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (2S)^{2}(S)$

$K_{SP} = 4S^{3}$

$1.1 * 10^{-12} = 4S^{3} \Rightarrow S^{3} = \frac{1.1 * 10^{-12}}{4} \Rightarrow S^{3} = 275 * 10^{-15}$ بالجذر

$S = 6.5 * 10^{-5}$

❖ $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$ ⟵ $100ml = 0.1\ L$

$m_g = 6.5 * 10^{-5}(mol/L) * 332\ (g/mol) * 0.1\ (L)$

$m_g = 2.161 * 10^{-3}\ g$

❖ سؤال 3 – 27 || احسب الذوبانية المولارية S (التركيز المولاري للأيونات الناتجة من تفكك الملح عند الاتزان) والذوبانية بدلالة g/L لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ $M = 99.4\ g/mol$

اذا علمت ان $K_{SP} = 1.2 * 10^{-17}$ علماً ان $\sqrt[3]{3} = 1.43$

✓ الحل || من K_{SP} نجد الذوبانية المولارية ثم نجد الذوبانية الغرامية

❖
$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$\quad\quad\quad\quad S \quad\quad 2S$$

$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

$1.2 * 10^{-17} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{12 * 10^{-18}}{4} \Rightarrow S^3 = 3 * 10^{-18}$

$S = 1.43 * 10^{-6}$

❖ $S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/L}$

$S_{g/L} = 1.43 * 10^{-6} * 99.4$

$S_{g/L} = 1.43 * 10^{-4}$



القسم الثاني :- يكون السؤال هل تتوقع ان يحصل ترسيب

❖ لمعرفة هل يحصل ترسيب ام لا يجب معرفة الحاصل الايوني

❖ الحاصل الايوني :- حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة كل مرفوع الى اس مساوي لعدد المولات في المعادلة وليس بالضرورة تكون التراكيز في حالة اتزان .

✓ ملاحظة ||

1- الحاصل الايوني > K_{SP} يحصل ترسيب

2- الحاصل الايوني < K_{SP} لا يحصل ترسيب

3- الحاصل الايوني = K_{SP} الترسيب = الذوبان

لحل هذا النوع من المسائل :- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونجد الحاصل الايوني

❖ ونقارن مع قيمة K_{SP} التي تعطى في السؤال حيث

❖ الحاصل الايوني > K_{SP} يحصل ترسيب

❖ الحاصل الايوني < K_{SP} لا يحصل ترسيب

❖ الحاصل الايوني = K_{SP} نقول الترسيب = الذوبان

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$Q \text{ الحاصل الايوني} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$



تمرين 3 – 21 || محلول من نترات الفضة تركيزة $0.01M$ وحجمه $20\ ml$ اضيف الى $80\ ml$ من محلول $0.05M$ كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 بين هل تترسب كرومات الفضة علما ان ؟ $K_{SP}\ (Ag_2CrO_4) = 1.1 * 10^{-12}$

الحل | نجد تراكيز كل من الفضه و الكرومات بعد المزج ثم نجد الحاصل الايوني ونقارن مع Ksp

$$V_2 = V_1 + V_2$$
$$V_2 = 80 + 20 = 100\ ml$$

كرومات البوتاسيوم $M_1V_1 = M_2V_2$

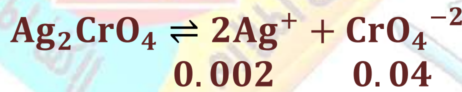
$0.05 * 80 = M_2 * 100ml$

$M_2 = \frac{4}{100} = 0.04M = [CrO_4{}^{-2}]$

نترات الفضه $M_1V_1 = M_2V_2$

$0.01 * 20 = M_2 * 100ml$

$M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002M = [Ag^+]$



$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4{}^{-2}$$
$$0.002 \qquad 0.04$$

الحاصل الايوني $= [Ag^+]^2[CrO_4{}^{-2}]$

الحاصل الايوني $= [0.002]^2[0.04]$

الحاصل الايوني $= 16 * 10^{-8}$

الحاصل الايوني $> K_{SP}$

يحصل ترسيب

استراحه || كلماتي

شعجب جيتك علي صارت شحيحه

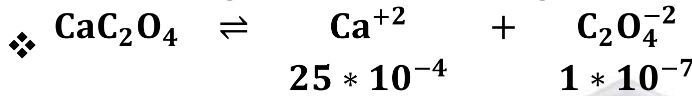
وعيني امن البجي صارت شحيحه

الذوبانيه للاملاح الـ شحيحه

ومسائلهه مهمه و وزاريه

❖ سؤال 3 – 29 || ان تركيز ايون الكالسيوم $M = 40\ g/mol$ في بلازما الدم يساوي $0.1\ g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي $1 * 10^{-7}M$ هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم $PK_{SP\ (CaC_2O_4)} = 8.64$ علما ان $log2.3 = 0.36$

✓ الحل || انتبه اعطى ذوبانية غرامية للكالسيوم نجد ذوبانيتة المولارية ثم نجد الحاصل الايوني ونقارن مع K_{SP}



❖ $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.1_{g/L}}{40_{g/mol}} = 25 * 10^{-4}$

❖ $CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$

$25 * 10^{-4} \qquad 1 * 10^{-7}$

❖ الحاصل الايوني $= [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$

الحاصل الايوني $= (25 * 10^{-4}) * (1 * 10^{-7})$

الحاصل الايوني $= 25 * 10^{-11}$

$K_{SP} = 10^{-PK_{SP}} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-8.64}$

$K_{SP} = 10^{-8.64+9-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.36-9}$

$K_{SP} = 10^{0.36} * 10^{-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{\log 2.3} * 10^{-9}$

$K_{SP} = 2.3 * 10^{-9}$

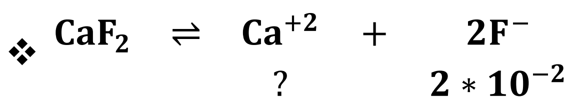
▪ ∵ الحاصل الايوني $> K_{SP}$ لايحصل ترسيب

القسم الثالث :- اذا طلب حساب ادنى تركيز

لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} ونجد تركيز الايون المجهول

مثال 3 – 19 || اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي $2 * 10^{-2}$ احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازما وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 $(K_{SP} = 4.9 * 10^{-11})$

✓ الحل || نكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} ونجد تركيز الايون المجهول Ca^{+2}



❖ $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$

$? \qquad 2 * 10^{-2}$

$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2$

$4.9 * 10^{-11} = [Ca^{+2}][2 * 10^{-2}]^2 \Rightarrow [Ca^{+2}] = \frac{4.9 * 10^{-11}}{4 * 10^{-4}} = 1.23 * 10^{-7}M$

القسم الرابع :- يكون المطلوب حساب ادنى دالة حامضية PH

لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} و نجد تركيز الايون المجهول (دائما الايون المجهول التركيز هنا هو OH) ثم نجد POH ثم PH

❖ تمرين 3 – 19 || ماهي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي $2 * 10^{-10}$ التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول علماً ان K_{SP} لهيدروكسيد الحديد (III) تساوي $5 * 10^{-38}$ علما ان $\sqrt[3]{250} = 6.3$ و $\log 6.3 = 0.8$



✓ الحل ||

❖ $Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$

$2 * 10^{-10}$?

$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$

$5 * 10^{-38} = (2 * 10^{-10})[OH^-]^3$

$[OH^-]^3 = \frac{5 * 10^{-38}}{2 * 10^{-10}} = 2.5 * 10^{-28}$

$[OH^-]^3 = 250 * 10^{-30}$ بالجذر التكعيبي

$[OH^-] = 6.3 * 10^{-10}$

❖ $POH = -\log[OH^-]$

$POH = -\log 6.3 * 10^{-10}$

$POH = -(\log 6.3 + \log 10^{-10})$

$POH = -(0.8 + (-10))$

$POH = -(-9.2) \Rightarrow POH = 9.2$

❖ $PH = 14 - POH$

$PH = 14 - 9.2$

$PH = 4.8$

العوامل المؤثرة على الذوبانية

1- درجة الحرارة :- س/ ماتأثير درجة الحرارة على الذوبانيه

الجواب/ تزداد قابلية الذوبان لمعظم الاملاح الشحيحة بزيادة درجة الحرارة وتختلف هذه الزيادة من مادة الى اخرى حسب قوى الترابط بين الجزئيات

2- تأثير الايون المشترك :- س/ ماتأثير الايون المشترك على الذوبانية

الجواب / تقل قابلية الذوبان بوجود الايون المشترك حسب قاعدة لوشاتلية ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم بعملية ذوبان الرواسب .

القسم الخامس :- حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك

✓ ملاحظة :- ممكن ان يطلب في السؤال حساب الذوبانية للملح الشحيح في الماء النقي هذا يعني حساب ذوبانية الملح الشحيح لوحدة كما تعلمنا في القسم الاول

لحل اسئلة حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك نتبع الخطوات الاتية

1- نجد تركيز الالكتروليت المضاف عن طريق أ او ب او ج

أ- اذا اعطى كتلة للمضاف نجد تركيز من قانون

$$M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$$

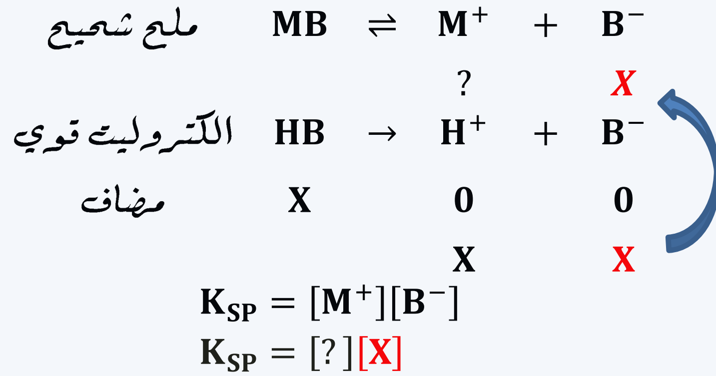
ب- اذا اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف (1M الى 10M) نجد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة من

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

M_1V_1 للمضاف قبل الاضافة = M_2 للمضاف بعد الاضافة V_2 حجم محلول الملح الشحيح

ج- اذا اعطى تركيز صغير فقط بدون حجم لا نجري عليه اي عملية

2- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تحتها معادلة تفكك الالكتروليت القوي المضاف ونكتب تراكيزه تحت المعادلة ونأخذ تركيز الايون المشترك القادم من القوي ونجعله للايون المشترك القادم من الضعيف ونحسب تركيز الايون الاخر للملح الشحيح غير المشترك .



ملح شحيح $MB \rightleftharpoons M^{+} + B^{-}$

$?$ $\quad$ X

الكتروليت قوي $HB \rightarrow H^{+} + B^{-}$

مضاف $X \quad 0 \quad 0$

$X \quad X$

$K_{SP} = [M^{+}][B^{-}]$

$K_{SP} = [?][X]$

❖ مثال 3 – 20 || ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ S = S = S

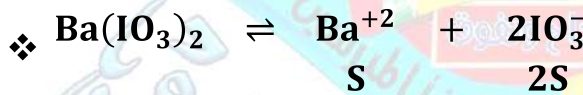
$(K_{SP} = 1.57 * 10^{-9})$

أ- في الماء النقي .

ب- في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3*S تركيز 0.02M ثم قارن النتائج

- علما ان $\sqrt[3]{0.4} = 0.73$

✓ الحل || أ- نحسب الذوبانية في الماء النقي (كما تعلمنا للملح الشحيح وحدة)



❖ $Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-}$

$S \quad 2S$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^{-}]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

$1.57 * 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.57 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 0.4 * 10^{-9}$ بالجذر

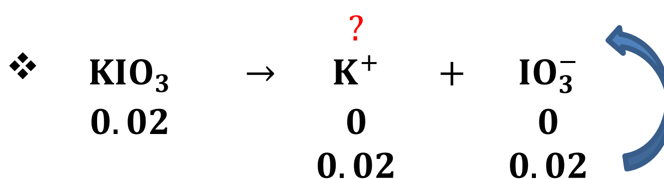
$S = 0.73 * 10^{-3}$

ب- بوجود الايون المشترك



$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-}$

$?$



❖ $KIO_3 \rightarrow K^{+} + IO_3^{-}$

$0.02 \quad 0 \quad 0$

$0.02 \quad 0.02$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^{-}]^2$

$1.57 * 10^{-9} = [Ba^{+2}](0.02)^2$

$[Ba^{+2}] = \frac{1.57 * 10^{-9}}{0.0004} \Rightarrow [Ba^{+2}] = 3.9 * 10^{-6}M$

ذوبانية يودات الباريوم قلت بوجود الايون المشترك .

❖ تمرين 3 – 22 || قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $K_{SP} = 6.5 * 10^{-9}$

أ- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي

ب- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (الكتروليت قوي) تركيزه (0.1 mol/L) ثم قارن النتيجتين

علماً ان $\sqrt[3]{1.63} = 1.18$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية للملح الشحيح وحده



- $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$
  $\quad S \quad\quad 2S$

$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

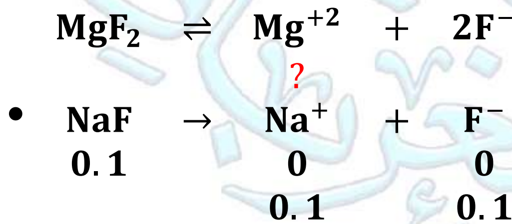
$K_{SP} = 4S^3$

$6.5 * 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{6.5 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 1.63 * 10^{-9}$ بالجذر

$S = 1.18 * 10^{-3}$

ب- بوجود الايون المشترك



$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$
$\quad ?$

- $NaF \rightarrow Na^+ + F^-$
  $0.1 \quad 0 \quad 0$
  $\quad 0.1 \quad 0.1$

$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5 * 10^{-9} = [Mg^{+2}](0.1)^2$

$[Mg^{+2}] = \frac{6.5 * 10^{-9}}{0.01} \Rightarrow [Mg^{+2}] = 6.5 * 10^{-7} M$

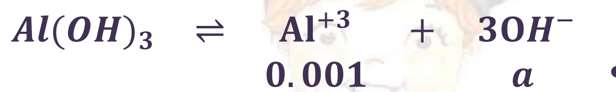
- تقل الذوبانية بوجود الايون المشترك

❖ ملاحظة || في بعض الاحيان يعطي ايونين في المحلول ويضيف لهم مادة ويتكون ملحين شحيحين ويكون المطلوب حساب اي الملحين يترسب اولا بعد اضافة المادة

❖ لحل هكذا سؤال نجد تركيز المادة مع كل ملح والملح الذي يحتاج اقل تركيز من المادة المضافة هو الذي يترسب اولا

❖ تمرين 3- 20 || محلول حجمه لتر يحتوي 0.001 mol من كل من ايونات Al^{+3} و Fe^{+3} اضيف اليه كمية من محلول $NaOH$. بين رياضيا ايهما يترسب اولا $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$ ولماذا ؟ علما ان $K_{SP\ Al(OH)_3} = 3.5 * 10^{-34}$, $K_{SP\ Fe(OH)_3} = 5 * 10^{-38}$

❖ الحل || نحسب OH مع كل ملح



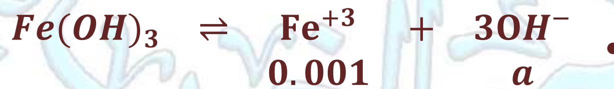
$$Al(OH)_3 \rightleftharpoons \underset{0.001}{Al^{+3}} + \underset{a}{3OH^-}$$

$$K_{SP} = [Al^{+3}][a]^3$$

$$3.5 * 10^{-34} = (0.001)[a]^3$$

$$[a]^3 = \frac{3.5 * 10^{-34}}{0.001} = 0.35 * 10^{-30}$$

$$a = [OH^-] = [NaOH] = 0.7 * 10^{-10}$$



$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons \underset{0.001}{Fe^{+3}} + \underset{a}{3OH^-}$$

$$K_{SP} = [Fe^{+3}][a]^3$$

$$5 * 10^{-38} = (0.001)[a]^3$$

$$[a]^3 = \frac{5 * 10^{-38}}{0.001} = 50 * 10^{-36}$$

$$a = [OH^-] = [NaOH] = 3.6 * 10^{-12}$$

$Fe(OH)_3$ يترسب اولا لانه يحتاج تركيز NaOH اقل من $Al(OH)_3$

❖ تمرين 3 - 23 || محلول مشبع من $Mg(OH)_2$ حجمه لتر ومحلول اخر مشبع من $Zn(OH)_2$ ماعدد مولات $NaOH$ الواجب اضافتها الى احد المحلولين لتصبح ذوبانية المحلولين متساوية ؟

علما ان $K_{SP\,Mg(OH)_2} = 1.8 * 10^{-11}$, $K_{SP\,Zn(OH)_2} = 1.2 * 10^{-17}$

علما ان $\sqrt[3]{4.5} = 1.6$ و $\sqrt[3]{3} = 1.44$

❖ **الحل** || نجد ذوبانية كل ملح من ثابت حاصل الاذابة الخاص به ثم نأخذ الملح الاكثر ذوبانية لخفض ذوبانيته الى $1.44 * 10^{-9}$ نجد منه تركيز الايون المشترك (NaOH) (نأخذ صيغة الملح الاكثر ذوبانية ونعوض له القيمه الاقل ذوبانية لأن الايون المشترك يقلل من ذوبانية الملح الشحيح)



$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$ S   2S

$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$ S   2S

$K_{SP\,Zn(OH)_2} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP\,Zn(OH)_2} = (S)(2S)^2$

$K_{SP\,Zn(OH)_2} = 4S^3$

$1.2 * 10^{-17} = 4S^3$

$S = 1.44 * 10^{-6}$

$K_{SP\,Mg(OH)_2} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP\,Mg(OH)_2} = (S)(2S)^2$

$K_{SP\,Mg(OH)_2} = 4S^3$

$1.8 * 10^{-11} = 4S^3$

$S = 1.65 * 10^{-4}$

نلاحظ ان ذوبانية هي الاكبر $Mg(OH)_2$



$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$

Mg^{+2}: $1.44 * 10^{-6}$



$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

$NaOH$	Na^+	OH^-
a	0	0
0	a	a

$$K_{SP\,Mg(OH)_2} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.8 * 10^{-11} = (1.44 * 10^{-6})[OH^-]^2$$

$$[OH^-]^2 = \frac{1.8 * 10^{-11}}{1.44 * 10^{-6}} = 12.5 * 10^{-6}$$

$$[OH^-] = 0.003\ M = [NaOH]$$

بما ان الحجم لتر واحد n = M

❖ سؤال 3 – 15 || ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علما ان $K_{SP} = 1.6 * 10^{-10}$ وما ذوبانيته بعد اضافة 1ml من H_2SO_4 تركيزه 10M الى لتر من المحلول المشبع منه علماً ان $\sqrt{1.6} = 1.26$

✓ الحل ||

أ- نجد ذوبانية الملح الشحيح في محلوله المشبع

- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$S \quad S$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

$1.6 * 10^{-10} = S^2$ بالجذر

- $S = 1.26 * 10^{-5}$

ب-نجد ذوبانية الملح الشحيح بوجود الايون المشترك

- نلاحظ اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذلك

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10 * 1 = M_2 * 1000ml$ ← $1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

?

❖ $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.01	0	0
0	0.02	0.01

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6 * 10^{-10} = [Ba^{+2}] * (0.01)$

$[Ba^{+2}] = \frac{1.6 * 10^{-10}}{0.01}$

❖ $[Ba^{+2}] = 1.6 * 10^{-8}M$

❖ سؤال 3 – 19 | احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 $M = 314\ (g/mol)$ و $PK_{SP} = 4.92$

أ- في الماء النقي

ب- في محلول $0.15\ M$ كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

• علما ان $\log 1.2 = 0.08$, $\sqrt[3]{3} = 1.4$, $\sqrt{20} = 4.4$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية المولارية للملح الشحيح وحده ثم نحسب الذوبانية الغرامية g/L

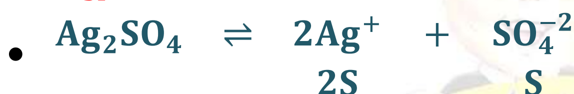
• $K_{SP} = 10^{-PK_{SP}}$

$K_{SP} = 10^{4.92} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-4.92+5-5}$

$K_{SP} = 10^{0.08-5} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.08} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 10^{\log 1.2} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 1.2 * 10^{-5}$



• $Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$\quad\quad\quad\quad 2S \quad\quad S$

$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^-]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$1.2 * 10^{-5} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^3 = \frac{12 * 10^{-6}}{4} = 3 * 10^{-6}$

$S = 1.4 * 10^{-2} \Leftrightarrow S = 0.014\ mol$

• $S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

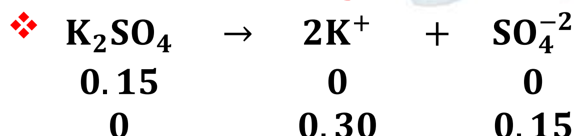
$S_{g/L} = 0.014 * 314 = 4.396\ g/L$

ب- نجد الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك ثم الذوبانية الغرامية بـ g/L



$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$\quad\quad\quad\quad 2S$



❖ $K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$

0.15	0	0
0	0.30	0.15

$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{-2}]$

$1.2 * 10^{-5} = (2S)^2(0.15)$

$4S^2 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{0.15} \Rightarrow 4S^2 = 8 * 10^{-5} \Rightarrow S^2 = \frac{8 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^2 = 2 * 10^{-5}$

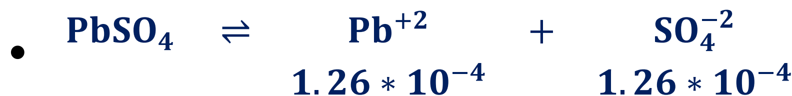
$s^2 = 20 * 10^{-6}$ بالجذر $\Rightarrow S = 4.4 * 10^{-3}$

$S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/L}$

$S_{g/L} = 4.4 * 10^{-3} * 314 = 1.38\ g/L$

تمرين 3 – 18 || احسب PH لمحلول حامض الكبريتيك بعد اضافته الى لتر من محلول مشبع $PbSO_4$ لتغيير ذوبانيه المحلول المشبع من $1.26 * 10^{-4}M$ الى $3.2 * 10^{-6}M$ ؟

الحل || نحسب KSp للمحلول المشبع قبل الاضافة ثم نجد تركيز الأيون المشترك H_2SO_4 بعد الاضافة الاضافة ثم نحسب PH



- $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$$1.26 * 10^{-4} \qquad 1.26 * 10^{-4}$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = (S)(S)$$
$$K_{SP} = S^2$$
$$K_{SP} = (1.26 * 10^{-4})^2$$
$$K_{SP} = 1.6 * 10^{-8}$$



$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$3.2 * 10^{-6}M$$



$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
a	0	0
0	2a	a

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$1.6 * 10^{-8} = 3.2 * 10^{-6}M * (a)$$
$$a = \frac{1.6 * 10^{-8}}{3.2 * 10^{-6}M} = 0.005M = [SO_4^{-2}]$$
$$[H^+] = 2a = 2 * 0.005 = 0.01M$$
$$PH = -\log[H^+]$$
$$PH = -\log 10^{-2} \Rightarrow PH = -(-2) \Rightarrow PH = 2$$

سؤال 3 – 21 || ماذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون في تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (الكتروليت قوي) يساوي $0.1M$ ؟

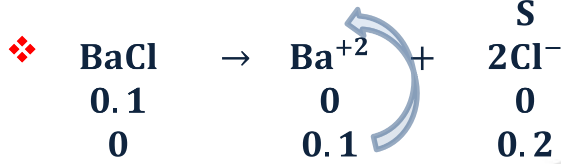
❖ اذا علمت ان $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 * 10^{-10}$

✓ الحل || المطلوب ايجاد الذوبانية بوجود الايون المشترك فقط



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$

S



❖

$BaCl$	→	Ba^{+2}	+	$2Cl^-$
0.1		0		0
0		0.1		0.2

$$K_{SP} = [Ba^+][CrO_4^{-2}]$$

$$1.2 * 10^{-10} = (0.1)(S)$$

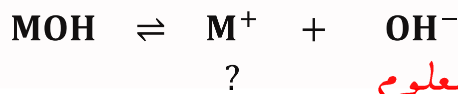
$$S = \frac{1.2 * 10^{-10}}{0.1}$$

$$S = 1.2 * 10^{-9}$$

3- تأثير الأس الهيدروجيني

س/ ماتأثير الاس الهيدروجيني على الذوبانيه ؟

الجواب | تزداد ذوبانية الاملاح الشحيحة الحاوية على (OH^-) عند اضافة حامض (H^+) اي عند نقصان PH حيث تتحد (H^+) مع (OH^-) من الملح لتكوين جزيء ماء وتقل ذوبانية الاملاح الشحيحة الحاوية على (OH^-)عند اضافة قاعدة (OH^-) اي عند زيادة PH بسبب وجود الايون المشترك



القسم السادس : عندما يعطي PH ويطلب ذوبانية ملح شحيح

لحل هذا النوع من الاسئلة من PH نجد POH ثم نجد (OH^-) حيث ان الملح يجب ان يكون حاويا على (OH^-) ونجد تركيز الايون الاخر

$$MOH \rightleftharpoons M^+ + OH^-$$

? معلوم

• من PH

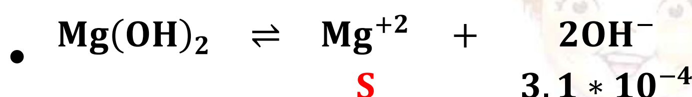
$$K_{SP} = [M^+][OH^-]$$

$$[M^+] = \frac{K_{SP}}{[OH^-]}$$

❖ مثال 3 – 21 | احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $K_{SP} = 1.8 * 10^{-11}$
في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $PH = 10.5$
علما ان $\log 3.1 = 0.5$

✓ الحل || من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ونجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Mg)

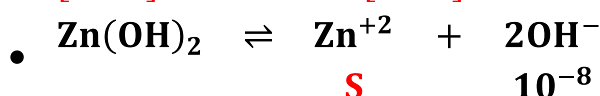
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 10.5 = 3.5$
  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3.5}$
  $[OH^-] = 10^{-3.5+4-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{0.5-4}$
  $[OH^-] = 10^{0.5} * 10^{-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{\log 3.1} * 10^{-4}$
  $[OH^-] = 3.1 * 10^{-4}$



- $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$
  $\quad S \quad 3.1 * 10^{-4}$
  $K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$
  $1.8 * 10^{-11} = (S) * (3.1 * 10^{-4})^2$
  $S = \frac{1.8 * 10^{-11}}{9.61 * 10^{-8}} = 1.9 * 10^{-4}$

❖ تمرين 3 – 24 || احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند :
أ) $PH = 6$ ب) $PH = 9$
❖ اذا علمت ان $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 * 10^{-17}$ ثم ناقش النتائج .

✓ الحل || أ) $PH = 6$
من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ثم نجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Zn)



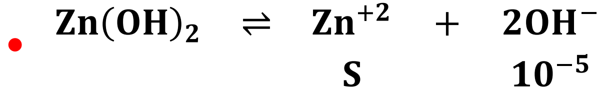
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 6 = 8$
  $[OH^-] = 10^{-PH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-8}$
- $Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$
  $\quad S \quad 10^{-8}$
- $K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$
  $1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-8})^2$
  $S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-16}} = 1.2 * 10^{-1} M = 0.12\ M$

ب) $PH = 9$

من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ثم نجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Zn)

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

$[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}$



- $Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

$\quad\quad\quad\quad\quad S \quad\quad 10^{-5}$

$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-5})^2$

$$S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2 * 10^{-7} M$$

نلاحظ قلت الذوبانية بزيادة PH المحلول

حل مسائل المزج و الاضافات (التخفيف)



انقر على الباركود لمشاهدة شرح مسائل الاضافات

- هناك عدة انواع من الاضافات منها :

1- اضافة الكتروليت قوي الى ماء
2- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي
3- اضافة الكتروليت قوي الى الكلتروليت ضعيف

النوع الاول :- اضافة الكتروليت قوي الى الماء

الالكتروليت القوي (حامض قوي او قاعدة قويه)

- لحل هذا النوع من الاسئلة (دائما المطلوب حساب PH)

1- نجد تركيز الالكتروليت القوي بعد الاضافة من خلال قانون التخفيف

$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$

M_1V_1 للالكتروليت القوي قبل الاضافة ، M_2 للالكتروليت القوي بعد الاضافة ، V_2 حجم الماء

2- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت القوي ونجد تركيز H^+ اذا كان المضاف حامض قوي و نجد تركيز OH^- اذا كان المضاف قاعدة قوية ثم نجد PH

ملاحظة : اذا طلب التغير في PH دائما (PH = 7) للماء

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

PH_2 المستخرج ، PH_1 للماء

❖ سؤال 3 – 2 | جد مقدار التغير في قيمة PH الماء عند اضافة الى لتر من المحاليل الاتية

1- 1ml من HCl تركيزه 10M

2- 1ml من NaOH تركيزه 10M

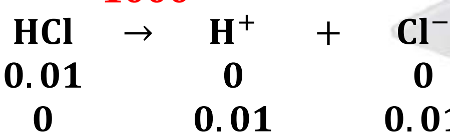
✓ الحل | |

1- 1ml من HCL تركيزه 10M

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$



HCl	→	H^+	+	Cl^-
2- 0.01		0		0
0		0.01		0.01

$[H^+] = 0.01M \Leftrightarrow [H^+] = 10^{-2}$

$PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 10^{-2}$

$PH = -(-2) \Rightarrow PH = 2$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

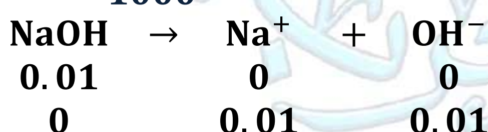
$\Delta PH = 2 - 7 = -5$

2- 1ml من NaOH تركيزه 10M

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$



NaOH	→	Na^+	+	OH^-
2- 0.01		0		0
0		0.01		0.01

$[OH^-] = 0.01M \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-2}$

$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-2}$

$POH = -(-2) \Rightarrow POH = 2$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2 = 12$

$PH = 12$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 12 - 7 = 5$

❖ سؤال 3 – 28 احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول ناتج من تخفيف 1ml من 13.6 حامض الهيدروكلوريك الى لتر من الماء علماً ان $\log 136 = 2.133$

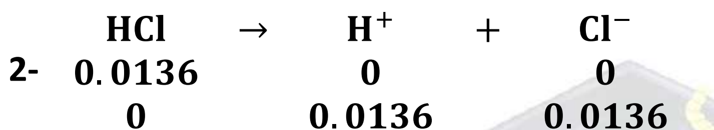
✓ الحل ||

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$13.6\ M * 1ml = M_2 * 1000ml \longleftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{13.6}{1000} = 0.0136M$

	HCl	$\rightarrow$	H^+	$+$	Cl^-
2-	0.0136		0		0
	0		0.0136		0.0136



$[H^+] = 0.0136M \Leftrightarrow [H^+] = 136 * 10^{-4}$

$PH = -\log[H^+]$

$PH = -\log 136 * 10^{-4}$

$PH = -(\log 136 + \log 10^{-4})$

$PH = -(2.133 + (-4))$

$PH = -(-1.867)$

$PH = 1.867$

+ النوع الثاني: اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

(اضافة حامض قوي الى قاعدة قوية وبالعكس)

❖ لحل هذا النوع من الاسئلة (دائما المطلوب حساب PH)

1- نحسب $V_2 \Leftarrow$ $V_2 = V_{\text{الحامض}} + V_{\text{القاعدة}}$

2- أ – نجد تركيز الحامض القوي بعد الاضافة M_2 من خلال

M_1V_1 للحامض قبل الاضافة $=$ M_2 للحامض بعد الاضافة V_2

ب_ نجد تركيز القاعدة القوية بعد الاضافة M_2

M_1V_1 للقاعدة قبل الاضافة $=$ M_2 للقاعدة بعد الاضافة V_2

3- نقارن M_2 الحامض القوي مع M_2 القاعدة القوية

أ- اذا كانت $\underset{\text{حامض}}{M_2} = \underset{\text{قاعدة}}{M_2}$

يعني الناتج ملح متعادل نقول $PH = 7$ (انتهى الحل)

ب- اذا كانت $\underset{\text{حامض}}{M_2} \neq \underset{\text{قاعدة}}{M_2}$ نطرح الصغير من الكبير ونجد PH للمتبقي حيث :

1- اذا كانت $\underset{\text{حامض}}{M_2} < \underset{\text{قاعدة}}{M_2}$ نقول

$$\underset{\text{متبقي للحامض}}{M_2} = \underset{\text{قاعدة}}{M_2} - \underset{\text{حامض}}{M_2}$$

$$PH = -\log[H^+_{\text{متبقي}}]$$

2- اذا كانت $\underset{\text{حامض}}{M_2} > \underset{\text{قاعدة}}{M_2}$ نقول

$$\underset{\text{متبقي للقاعدة}}{M_2} = \underset{\text{حامض}}{M_2} - \underset{\text{قاعدة}}{M_2}$$

$$POH = -\log[OH^-_{\text{متبقي}}]$$

$$PH = 14 - POH$$

❖ سؤال 3 – 24 | احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج $26ml$ من $0.2M$ هيدروكسيد الصوديوم مع $50ml$ من $0.1M$ حامض الهيدروكلوريك

علما ان $\log 2.7 = 0.43$

✓ الحل || المطلوب ايجاد PH لمحلول ناتج من اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي نحل حسب الخطوات

1- $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$

$V_2 = 50ml + 26ml = 76ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 50 = M_2 * 76$

$$M_2 = \frac{0.1 * 50}{76} = 0.0657$$

نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

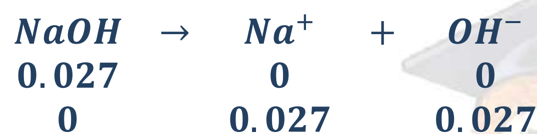
$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$0.2 * 26 = M_2 * 76$$

$$M_2 = \frac{0.2 * 26}{76} = 0.0684$$

❖ بما انه M_2 قاعدة $<$ M_2 حامض

- M_2 قاعدة $-$ M_2 حامض $=$ M_2 قاعدة متبقي
- $0.0684 - 0.0657 = 0.0027$



$NaOH$	$\rightarrow$	Na^+	$+$	OH^-
0.027		0		0
0		0.027		0.027

$$0.0684 - 0.0657 = 0.0027$$

$$POH = -\log[OH^-]_{متبقي}$$

$$POH = -\log(0.027)$$

$$POH = -\log 2.7 * 10^{-3} \Rightarrow POH = -(\log 2.7 + \log 10^{-3})$$

$$POH = -(0.43 + (-3))$$

$$POH = -(-2.57) \Rightarrow POH = 2.57$$

$$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2.57 = 11.43$$

النوع الثالث :- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت ضعيف

(مزج حامض قوي مع قاعدة ضعيفة او العكس)

✓ لحل هذا النوع من الاسئلة

1- نحسب V_2 ⇐ $V_2 = V_{\text{الحامض}} + V_{\text{القاعدة}}$

2- أ – نجد تركيز الحامض بعد الاضافة M_2 من خلال

M_2 للحامض بعد الاضافة V_2 = M_1V_1 للحامض قبل الاضافة

ب ـ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة M_2

M_2 للقاعدة بعد الاضافة V_2 = M_1V_1 للقاعدة قبل الاضافة

3- أ اذا كان $M_{2\,\text{حامض}} = M_{2\,\text{قاعدة}}$ يكون المزيج الناتج ملح للقوي

(ملح للقوي : اذا كان الحامض قوي يكون ملح حامضي واذا القاعدة قوية يكون ملح قاعدي) وتركيز الملح هو تركيز الحامض او القاعدة ونحل حسب نوع الملح .

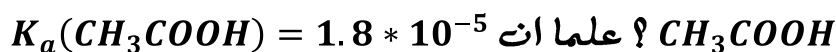
ب- اذا كان $M_{2\,\text{حامض}} \neq M_{2\,\text{قاعدة}}$ حيث سيكون تركيز الطرف الضعيف دائما اكبر

يكون المزيج الناتج هو محلول بفر حسب نوع بفر

متبقي من الالكتروليت الضعيف + ملح للالكتروليت القوي → الكتروليت ضعيف + الكتروليت قوي .

المتبقي من الالكتروليت الضعيف = تركيز الالكتروليت الضعيف- تركيز الالكتروليت القوي

تركيز ملح الالكتروليت القوي= تركيز الالكتروليت القوي



❖ سؤال 3 – 22 | كم ستكون قيمة PH المحلول الناتج من مزج $20ml$ من $0.2M$ هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مع $50ml$ من $0.1M$ حامض الخليك CH_3COOH ؟ علما ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26 , \log 4 = 0.6$

✓ الحل || نلاحظ المحلول الناتج من مزج الكتروليت قوي مع الكتروليت ضعيف

1- $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$

$V_2 = 50ml + 20ml = 70ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 50 = M_2 * 70$

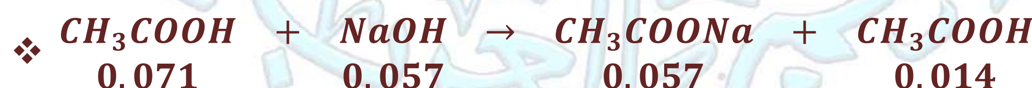
$$M_2 = \frac{0.1 * 50}{70} = 0.071M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.2 * 20 = M_2 * 70$

$$M_2 = \frac{0.2 * 20}{70} = 0.057M$$

3- $M_{2\,\text{قاعدة}} \neq M_{2\,\text{حامض}}$



- نلاحظ ان تركيز الحامض اكبر من تركيز القاعدة القوية لذلك يكون الناتج محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي

❖ $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + CH_3COOH$
$\quad 0.071 \qquad 0.057 \qquad 0.057 \qquad 0.014$

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5)) = 4.74$

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.057}{0.014}$$

$PH = 4.74 + 0.6$

$PH = 5.34$

❖ سؤال 3 – 23 | عند اضافة $25ml$ من $0.2M$ محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ الى $50ml$ من $0.1\ M$ حامض الخليك CH_3COOH ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني PH للمحلول الناتج ؟

علماً ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$ علما ان $\log 6.66 = 0.82$, $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نلاحظ ان المحلول ناتج من مزج الكتروليت قوي مع الكتروليت ضعيف

1- $V_2 = V_{حامض} + V_{قاعدة}$

$V_2 = 50ml + 25ml = 75ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 50 = M_2 * 75$

$$M_2 = \frac{0.1 * 5}{75} = 0.0666M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.2 * 25 = M_2 * 75$

$$M_2 = \frac{0.2 * 25}{75} = 0.0666M$$

3- $M_{2\,قاعدة} = M_{2\,حامض}$

- تركيز الحامض يساوي تركيز القاعدة لذا الناتج ملح للقوي (ملح قاعدي) نحل باستخدام قانون الملح القاعدي

❖ $PH = \frac{1}{2}[PK_W + PK_a + \log C]$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_a = 4.74$

❖ $\log C = \log 0.0666 \Rightarrow \log C = \log 6.66 * 10^{-2}$

$\log C = \log 6.66 + \log 10^{-2} \Rightarrow \log C = 0.82 + (-2)$

$\log C = -1.18$

$$PH = \frac{1}{2}[14 + 4.74 + (-1.18)]$$

$$PH = \frac{1}{2}[18.74 - 1.18]$$

$PH = 8.78$

❖ سؤال 3 – 6 | ما قيمة PH لكل من المحاليل المحضرة بإضافة 10ml من HCl تركيزه $0.1\ M$ الى

1- 10ml من $NaOH$ تركيزه $0.1\ M$

2- 15ml من $NaOH$ تركيزه $0.1\ M$

3- 10ml من NH_3 تركيزه $0.1\ M$

4- 15ml من NH_3 تركيزه $0.1\ M$

❖ علما ان ثابت تفكك الامونيا $K_b = 1.8 * 10^{-5}$

❖ علما ان : $\log 2 = 0.3$, $\log 1.8 = 0.26$, $\log 5 = 0.7$

✓ الحل ||

1- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

2- $V_2 = V_{حامض} + V_{قاعدة}$

$V_2 = 10ml + 10ml = 20ml$

3- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$

4- $M_{2\ قاعدة} = M_{2\ حامض}$

❖ الناتج ملح متعادل $PH = 7$

2- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

1- $V_2 = V_{حامض} + V_{قاعدة}$

$V_2 = 10ml + 15ml = 25ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 25$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{25} = 0.04M$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.1 * 15 = M_2 * 25$

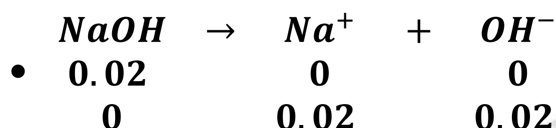
$M_2 = \frac{0.1 * 15}{25} = 0.06M$

3- M_2 قاعدة $\neq$ M_2 حامض

- بما ان M_2 قاعدة $> M_2$ حامض

  M_2 قاعدة $-$ M_2 حامض $=$ M_2 قاعدة متبقي

- $0.06 - 0.04 = 0.02 = 2 * 10^{-2}$



- $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

$NaOH$	Na^+	OH^-
0.02	0	0
0	0.02	0.02

- $POH = -\log[OH^-]$ متبقي

  $POH = -\log 2 * 10^{-2} \Rightarrow POH = -(\log 2 + \log 10^{-2})$

  $POH = -(0.3 + (-2))$

  $POH = -(-1.7) \Rightarrow POH = 1.7$

- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.7 = 12.3$

3- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت الضعيف

1- $V_2 = V$ حامض $+ V$ قاعدة

$V_2 = 10ml + 10ml = 20ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$$

3- M_2 قاعدة $=$ M_2 حامض

تركيز الحامض القوي يساوي تركيز القاعدة الضعيفة المحلول الناتج هو ملح حامضي $C = 0.05M$

❖ $PH = \frac{1}{2}[PK_W - PK_b - \log C]$

❖ $PK_b = -\log K_b \Rightarrow PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = 4.74$

❖ $\log C = \log 0.05 \Rightarrow \log C = \log 5 * 10^{-2}$

$\log C = \log 5 + \log 10^{-2} \Rightarrow \log C = 0.7 + (-2)$

$\log C = -1.3$

$PH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - (-1.3)]$

$PH = \frac{1}{2}[9.26 + 1.3] \Rightarrow PH = \frac{1}{2}[10.56]$

$PH = 5.28$

4- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت ضعيف

1- $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$

$V_2 = 10ml + 15ml = 25ml$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 25$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{25} = 0.04M$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.1 * 15 = M_2 * 25$

$M_2 = \frac{0.1 * 15}{25} = 0.06M$

3- M_2 قاعدة $\neq$ M_2 حامض

❖ نلاحظ ان تركيز القاعدة الضعيفة اكبر من تركيز الحامض القوي لذلك يكون المحلول الناتج هو بفر مكون من قاعدة ضعيفة (الامونيا) وملحها الحامض (NH_4Cl)



▪ $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NH_3$ متبقي

0.04   0.06   0.04   0.02

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.04}{0.02}$

$POH = 4.74 + \log 2$

$POH = 4.74 + 0.3$

$POH = 5,04$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 5.04 = 8.96$



سؤال 3 – 1 | المعادلة الاتية تبين حالة الاتزان بين جزيئات الماء وايوناته :

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

أ) هل يتأثر اتزان النظام بتغير درجة الحرارة

ب) ما قيمة ثابت الحاصل الايوني للماء عند درجة حرارة 25°C وكم هو تركيز ايون الهيدروجين وتركيز ايون الهيدروكسيد في الماء النقي

✓ الحل ||

أ) نعم يتأثر

ب) الحاصل الايوني للماء = $1 * 10^{-14}$

$1 * 10^{-7} = [H^+]$

$1 * 10^{-7} = [OH^-]$

❖ سؤال 3 – 5 | اختر الجواب الصحيح :

1- ان عدد ملي غرامات يودات الباريوم $(K_{SP} = 1.57 * 10^{-9}, M = 487\ g/mol)$ التي يمكن ان تذوب في 150ml من الماء النقي هي :

أ) $34.4\ mg$

ب) $44.4mg$

ج) $53.4mg$

2- التراكيز المولارية لايونات Na^+ , SO_4^{-2} في محلول مائي من كبريتات الصوديوم تركيزه يساوي 0.4 هي :

أ) $[Na^+] = 0.4\ M , [SO_4^{-2}] = 0.4M$

ب) $[Na^+] = 0.2\ M , [SO_4^{-2}] = 0.4M$

ج) $[Na^+] = 0.8\ M , [SO_4^{-2}] = 0.4M$

3- قيم POH, PH لمحلول $0.05M$ هيدروكسيد الصوديوم هي :

أ) $POH = 12.7 , PH = 1.3$

ب) $POH = 7.0 , PH = 7.0$

ج) $POH = 1.3 , PH = 12.7$

4- ان قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم المائية بتركيز $0.5\ M$ تساوي :

أ) 7.00　　ب) 9.22　　ج) 4.78

سؤال 3 – 7 | اكمل الفراغات في الجدول الاتي :

محلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
حامض قوي $0.15\ M\ HI$	0.15	$6.6*10^{-14}$	0.82	13.18
حامض ضعيف $0.15M\ HF$	$9.7*10^{-3}$	$1.02*10^{-12}$	2.01	11.99
قاعدة قوية $0.06\ M\ RbOH$	$9.6*10^{-13}$	0.06	12.78	1.22
قاعدة قوية $0.05\ M\ Ca(OH)_2$	$1*10^{-13}$	0.1	13	1.00
قاعدة ضعيفة $0.75\ M\ NH_4OH$	$2.7*10^{-12}$	$3.6*10^{-3}$	11.56	2.44

✓ علما ان ثابت تفكك الامونيا $1.8*10^{-5}$ وثابت تفكك فلوريد الهيدروجين $6.5*10^{-4}$

سؤال 3 – 8 | اكمل الفراغات في الجدول الاتي

رقم المحلول	POH	$[OH^-]$	PH	$[H_3O^+]$
.1	10.16	$6.8*10^{-11}$	3.84	$1.45*10^{-4}$
.2	1.39	$4.07*10^{-3}$	12.61	$2.4*10^{-13}$
.3	2.90	$1.26*10^{-3}$	11.10	$7.9*10^{-12}$
.4	9.47	$3.39*10^{-10}$	4.53	$2.9*10^{-5}$

سؤال 3 – 9 | اكمل الفراغات في الجدول الاتي :

الملح	الذوبانية	K_{SP}	PK_{SP}
Ag_2S	$3.9*10^{-17}(mol/L)$	$6.0*10^{-50}$	49.22
MgC_2O_4	$1.05\ (g/L)$	$8.7*10^{-5}$	4.06
Sb_2S_3	$1.35*10^{-19}(mol/L)$	$3.23*10^{-94}$	93.49
$ZnSO_4$	$0.02\ (g/L)$	$1.5*10^{-8}$	7.81

تم بعون الله

انتهى الفصل الثالث

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الرابع

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل الرابع (الكيمياء الكهربائية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- مسئلة من مسائل فرق الجهد E°_{Cell}
2- مسائل معادلة نيرنست
3- مسائل فراداي

اهم شي تحفظ اعداد التأكسد للعناصر (صفحة 3) وذا ماحفظتهه هم تصير مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الرابع

يتمحور الفصل الرابع حول نوعين من الخلايا

1- الخلايا الكلفانية : تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وتشمل

أ- التأكسد والاختزال : المادة التي زاد عدد تأكسدها عانت اكسدة والتي قل عدد تأكسدها عانت اختزال

ب- العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة : المادة التي عانت اكسدة هي عامل ومختزل والمادة التي عانت اختزال هي عامل مؤكسد

ت- الانود والكاثود : المادة التي عانت اكسدة انود والتي عانت اختزال كاثود

ث- حساب E°_{Cell} : اهم خطوة لحساب E°_{Cell} يجب ان نحدد الانود والكاثود حيث نقلب اشارة الجهد المختار انود

ج- العلاقة بين ثابت الاتزان وجهد الخلية والطاقة الحرة : موضوع بسيط ومفصل في الملزمة (تطبيق مباشر على القوانين)

ح- معادلة نيرنست : نميز السؤال على معادلة نيرنست اذا اعطى تراكيز غير $(1\ M)$ نكتب معادلة نيرنست ونحل مباشرةً

2- الخلايا الالكتروليتية : تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتشمل قوانين فراداي ومسائل فراداي مهمه وتوجد ملاحظات في الملزمة لحل جميع اسئلة فرادي

الفصل الرابع الكيمياء الكهربائية

4 – 1 | مقدمة

الكيمياء الكهربائية : وهي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية .

- تحصل بعض التفاعلات نتيجة امرار تيار كهربائي كما تؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

4 – 2 | اعداد التأكسد :

وهي اعداد سالبة او موجبة فوق العنصر وتمثل عدد الالكترونات التي تكسبها او تفقدها الذرات .



انقر على الباركود لمشاهدة شرح اعداد التاكسد

طريقة سهلة لحفظ اعداد التأكسد

1- اي عنصر غير متحد (ذرة او ايون) عدد تأكسده يساوي الرقم الي فوكاه واذا ماكو رقم يعني صفر

اما اذا بالمركبات فأن اعداد التأكسد للعناصر على اساس الاتي :

2- الهيدروجين دائما (+1) ما عدا في الهيدريدات :

- مثل هيدريد الصوديوم NaH يكون $H = -1$

3- الاوكسجين دائما (−2) ماعدا في البيروكسيدات

- مثل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 يكون $O = -1$

4- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي +1 هي :

$Ag, \ K, H, Rb, Li, Na$

- ويمكن حفظها بجملة (اجه كهرب لينا)

5- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (−1) هي :

$Cl, \ F, I, Br$

- ويمكن حفظها بجملة (كل فايبر)

(لكنها من تجي مع الاوكسجين ماتبقى -1 تصير موجب ونحسبه من القاعدة)

6- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي +2 هي :

Be, Sr, Ca, Mg

- ويمكن حفظها بجملة (بي سركاميج)

7- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (+3) هي :

Ga ,Al ,B ,In

- ويمكن حفظها بجملة (جا البين)

8- اي عنصر من عناصر الجدول الدوري لا يوجد في الملاحظات اعلاه

نستخرج عدد التأكسد له من القاعدة التي تقول :

- الشحنة الكلية = مجموع اعداد التأكسد للعناصر في المركب او الايون

❖ مثال توضيحي || جد عدد التأكسد (S) في الايون SO_4^{-2}

✓ الحل نلاحظ ان (S) لا يوجد ضمن العناصر في الملاحظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$SO_4 = -2$$
$$S*1 + O*4 = -2$$
$$S + (-2)*4 = -2$$
$$S - 8 = -2$$
$$S = +8 - 2 \Rightarrow S = +6$$

❖ مثال توضيحي اخر || جد عدد تأكسد (C) في المركب CH_4

✓ الحل | نلاحظ ان (C) لا يوجد ضمن العناصر في الملاحظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$CH_4 = 0$$
$$C*1 + H*4 = 0$$
$$C + (+1)*4 = 0$$
$$C + 4 = 0$$
$$C = -4$$

9- الهالوجينات كما اتفقنا هي تأخذ العدد التأكسدي (-1)

- لكن في حال اتى مركب (الهالوجين + اوكسجين) او (هالوجين + هالوجين)

يكون هنا عدد تأكسد الهالوجين عدد موجب ونحسب عدد تأكسد الهالوجين بواسطة الاوكسجين

❖ مثال توضيحي ||

BrO_3^{-1}	ClO_4^{-3}
$Br + (-2)*3 = -1$	$Cl + (-2)*4 = -3$
$Br - 6 = -1$	$Cl - 8 = -3$
$Br = +6 - 1$	$Cl = +8 - 3$
$Br = +5$	$Cl = +5$




❖ **انتبه || تكدر تحسب احساب عرب على اساس انه المركب يحوي شحنة موجبة و سالبة.**
في المركب المتعادل يجب ان تكون الشحنة الموجبة تساوي الشحنة السالبة اما في الايون فاذا كان الايون موجب هذا يعني ان الشحنة الموجبة اكثر من الشحنة السالبة بمقدار (الرقم الي فوك الايون) و اذا كان الايون سالب هذا يعني ان الشحنة السالبة اكثر من الشحنة الموجبة بمقدار (الرقم الي فوك الايون)

$SO_2 = 0$	$NH_4^{+1} = +1$	$SO_3^{-2} = -2$
$\frac{S}{+4}\ \frac{O_2}{-4} = 0$	$\frac{N}{-3}\ \frac{H_4}{+4} = +1$	$\frac{S}{+4}\ \frac{O_3}{-6} = -2$
$+4 - 4 = 0$	$-3 + 4 = +1$	$+4 - 6 = -2$



❖ **مثال 4 – 1** حدد اعداد تأكسد العناصر في المركبات والايونات والذرات الاتية :

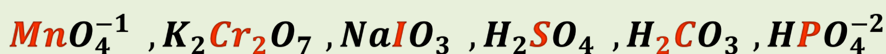
$SO_2,\ KCl\ ,Mg^{+2}\ ,PO_4^{-3}\ ,\ BaO\ ,F_2$

✓ **الحل ||**

- $F_2 \Rightarrow F = 0$ لأنه عنصر حر
- $BaO \Rightarrow BaO = 0$
  $Ba + (-2) = 0 \Rightarrow Ba = +2$
- PO_4^{-3}
  $P + (-2) * 4 = -3 \Rightarrow P - 8 = -3$
  $P = +8 - 3 \Rightarrow P = +5$
- $Mg^{+2} \Rightarrow Mg = +2$
- $KCl \Rightarrow K = +1\ ,Cl = -1$
- $SO_2 \Rightarrow S + (-2) * 2 = 0$
  $S - 4 = 0 \Rightarrow S = +4$

استراحه || كلماتي

كلبي من الهجر ذاب وتأكسد
اختزل حبي لجن حبك تأكسد
اهم شي تحفظ اعداد التأكسد
لأن ماتعرف تحل لوما هيه



❖ تمرين 4 – 1 | احسب عدد تأكسد العناصر المشار اليها باللون الاحمر في المركبات و الايونات الاتية

MnO_4^{-1} , $K_2Cr_2O_7$, $NaIO_3$, H_2SO_4 , H_2CO_3 , HPO_4^{-2}

✓ الحل |

- $MnO_4^{-1} \Rightarrow MnO_4 = -1$
  $Mn + (-2) * 4 = -1 \Rightarrow Mn - 8 = -1$
  $Mn = +8 - 1 \Rightarrow Mn = +7$
- $K_2Cr_2O_7 \Rightarrow K_2Cr_2O_7 = 0$
  $+1 * 2 + Cr * 2 + (-2) * 7 = 0 \Rightarrow 2 + 2Cr - 14 = 0$
  $2Cr - 14 + 2 = 0 \Rightarrow 2Cr - 12 = 0$
  $2Cr = +12 \Rightarrow Cr = \frac{+12}{2} \Rightarrow Cr = +6$
- $NaIO_3 \Rightarrow NaIO_3 = 0$
  $+1 + I + (-2) * 3 = 0$
  $I + 1 - 6 = 0 \Rightarrow I - 5 = 0$
  $I = +5$
- $H_2SO_4 \Rightarrow H_2SO_4 = 0$
  $+1 * 2 + S + (-2) * 4 = 0$
  $2 + S - 8 = 0 \quad \Rightarrow S = +6$
- $H_2CO_3 \Rightarrow H_2CO_3 = 0$
  $+1 * 2 + C + (-2) * 3 = 0$
  $2 + C - 6 = 0 \quad \Rightarrow C - 6 + 2 = 0$
  $C - 4 = 0 \Rightarrow C = +4$
- $HPO_4^{-2} \Rightarrow HPO_4 = -2$
  $+1 * 1 + P * 1 + (-2) * 4 = -2$
  $1 + P - 8 = -2 \Rightarrow P + 1 - 8 = -2$
  $P - 7 = -2 \Rightarrow P = +7 - 2 \Rightarrow P = +5$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح تفاعلات التاكسد والاختزال

❖ 4 – 3 | تفاعلات التأكسد والاختزال

❖ **التأكسد** :- هو عباره عن تغير كيميائي يصحبة نقدان الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات و يؤدي الى زيادة في عدد التأكسد



$Na^o \rightarrow Na^{+1} + e^-$

❖ **الاختزال** :- هو عباره عن تغير كيميائي يصحبه اكتساب الالكترونات لذرة او مجموعة من الذرات الكترونات ويؤدي الى نقصان في عدد التأكسد



$Cl + e^- \rightarrow Cl^{-1}$

ملاحظات

1- المادة التي تعاني اكسدة

- مادة عانت تأكسد = عامل مختزل = فقدان الكترونات = زيادة عدد التأكسد = أنود

2- المادة التي تعاني اختزال

- مادة تعاني اختزال = عامل مؤكسد = اكتساب الكترونات = نقصان عدد التأكسد = كاثود

3- معادلة نصف تفاعل الاكسدة :

- هي للمادة التي تعاني اكسده وتكون الالكترونات المفقودة في النواتج

4- معادلة نصف تفاعل الاختزال :

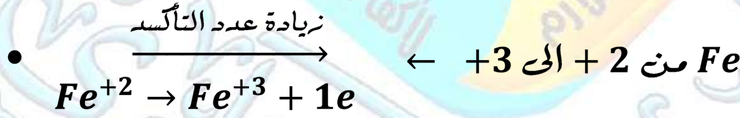
- هي للمادة التي تعاني اختزال وتكون الالكترونات المكتسبة في المتفاعلات

5- المعادلة العامة للتفاعل هي حاصل جمع نصف تفاعل اكسده مع نصف تفاعل اختزال

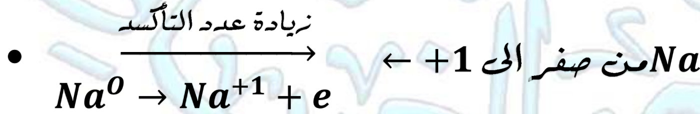
❖ **أنتبه ||** شلون تعرف الذرات الي عانت اكسدة و الي عانت اختزال اول شيء لازم نعرف اعداد التأكسد للذرة بالتفاعلات شكد وبالنواتج شكد بعد ماعرفنه عدد التأكسد للذرة

❖ نشوفه اذا زاد نكول عانت اكسدة

- Fe من $2+$ الى $3+$ ←

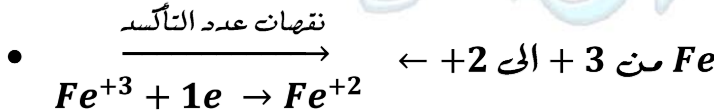


- Na من صفر الى $1+$ ←

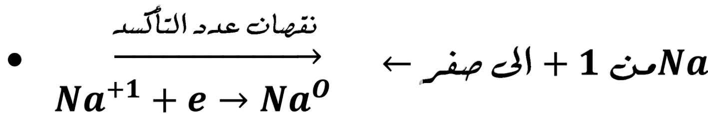


- اذا نقص عدد التأكسد نكول عانت اختزال

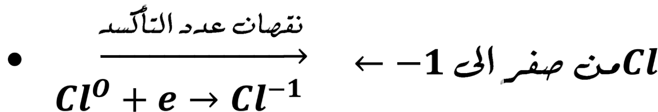
- Fe من $3+$ الى $2+$ ←



- Na من $1+$ الى صفر ←



- Cl من صفر الى $1-$ ←





❖ **ملاحظة ||** انتبه الموجب اكبر من الصفر والسالب اصغر من الصفر

يعني من (0 الى -1) نقصان ومن (-1 الى 0 زيادة)

❖ **مثال توضيحي |** حدد الذرات التي تعاني اكسدة والتي تعاني اختزال :



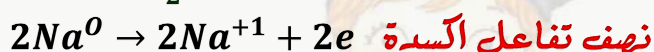
$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

- نلاحظ ان بالتفاعلات Cl , Na عناصر حرة لذلك عدد تأكسدهم يساوي صفر بينما في النواتج NaCl مركب:

- نعرف ان
  - (Na) من جماعة اجه كهرب لينا يعني $+1$
  - (Cl) من جماعة كل نايبر يعني -1



$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2Na^{+1}Cl^{-1}$$

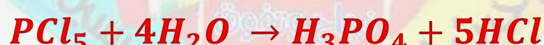


$2Na^{0} \rightarrow 2Na^{+1} + 2e$ نصف تفاعل اكسدة



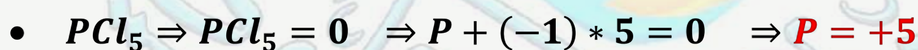
$Cl^{0} + 2e \rightarrow 2Cl^{-1}$ نصف تفاعل اختزال

❖ **مثال توضيحي |** حدد الذرات التي تعاني اكسدة والتي تعاني اختزال



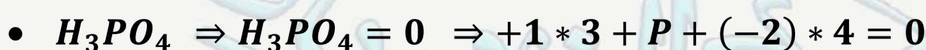
$$PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$

- شلون نحل: نجي على الذرات وحده وحده ونحسب عدد التأكسد لهن بالتفاعلات شكد وبالنواتج شكد مثلا اشوف P بالتفاعلات

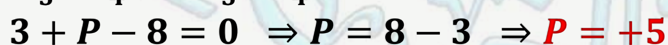


- $PCl_5 \Rightarrow PCl_5 = 0 \quad \Rightarrow P + (-1) * 5 = 0 \quad \Rightarrow P = +5$

- بعدين اشوفه بالنواتج :

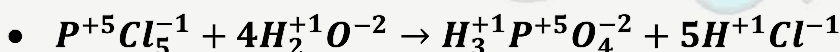


- $H_3PO_4 \quad \Rightarrow H_3PO_4 = 0 \quad \Rightarrow +1 * 3 + P + (-2) * 4 = 0$



$3 + P - 8 = 0 \quad \Rightarrow P = 8 - 3 \quad \Rightarrow P = +5$

- ∵ P ماتغير عدده التأكسدي يعني لا عانى اكسده ولا اختزال ونحسب O , H , Cl كل واحد مره بالتفاعلات ومره بالنواتج راح نحصل انه :



- $P^{+5}Cl_5^{-1} + 4H_2^{+1}O^{-2} \rightarrow H_3^{+1}P^{+5}O_4^{-2} + 5H^{+1}Cl^{-1}$

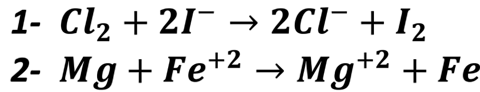
- راح نشوف ان الذرات ما تغير عدده التأكسدي لا زاد ولا نقص اذا هذا التفاعل ليس تفاعل اكسدة واختزال

ملاحظة ||

كل تفاعل اكسدة يقابله تفاعل اختزال :

لان كمية الإلكترونات المفقودة = كمية الالكترونات المكتسبة

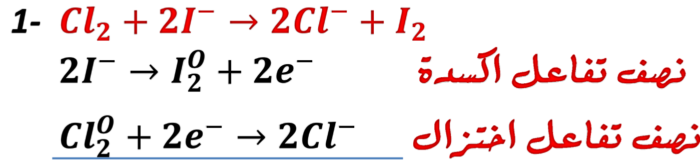
❖ **مثال 4 – 2 |** حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال :



1- $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$

2- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

✓ **الحل ||**



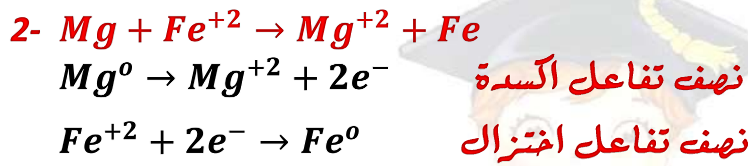
1- $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$

$2I^- \rightarrow I_2^0 + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Cl_2^0 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ نصف تفاعل اختزال



$2I^- + Cl_2^0 \rightarrow I_2^0 + 2Cl^-$



2- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

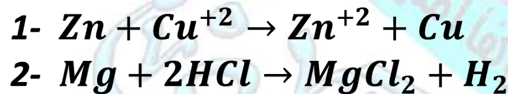
$Mg^o \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe^o$ نصف تفاعل اختزال



$Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

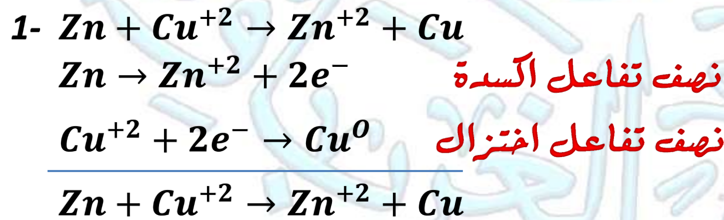
❖ **تمرين 4 – 2 |** حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال.



1- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

2- $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

✓ **الحل ||**

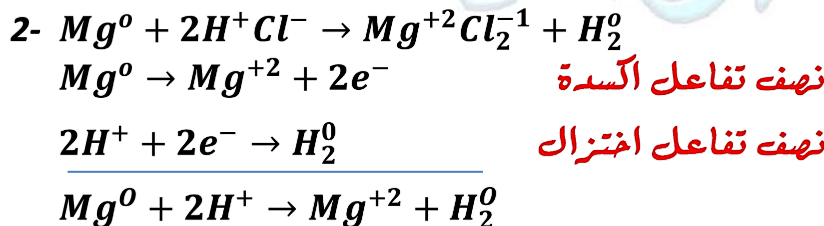


1- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^o$ نصف تفاعل اختزال

$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$



2- $Mg^o + 2H^+Cl^- \rightarrow Mg^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^0$

$Mg^o \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2^0$ نصف تفاعل اختزال

$Mg^0 + 2H^+ \rightarrow Mg^{+2} + H_2^0$

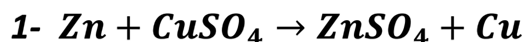
❖ 4 – 4| العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

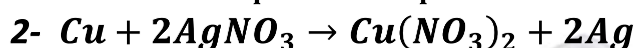
- العامل المؤكسد :- هي المادة التي عانت اختزال ولها القابلية على اكسدة مادة اخرى .
- العامل المختزل :- هي المادة التي عانت اكسدة و لها القابلية على اختزال مادة اخرى .

ملاحظات

1- العامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال
2- العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة
3- العامل المؤكسد يحتاج عامل مختزل والعكس صحيح
4- تفاعل الاكسدة يحتاج عامل مؤكسد وتفاعل الاختزال يحتاج الى عامل مختزل

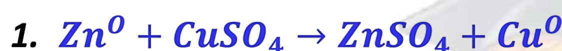
❖ مثال 4 – 3 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :


1- $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$


2- $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

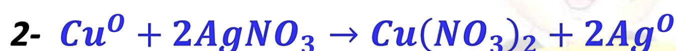
SO_4 = -٢ لذلك العنصر الي بصفهه +٢

✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال


1. $Zn^0 + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu^0$

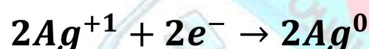

$Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ — Zn عانى اكسدة هو عامل مختزل


$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ — Cu عانى اختزال هو عامل مؤكسد

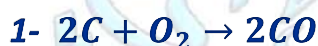

2- $Cu^0 + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag^0$

NO_3 = -١ لذلك العنصر الي بصفهه +١

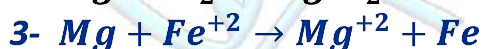

$Cu^0 \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ — Cu عاني اكسد هو عامل مختزل


$2Ag^{+1} + 2e^- \rightarrow 2Ag^0$ — Ag عاني اختزال هو عامل مؤكسد

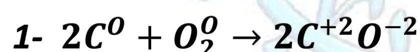
❖ تمرين 4 – 3 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :

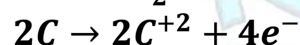

1- $2C + O_2 \rightarrow 2CO$


2- $Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$

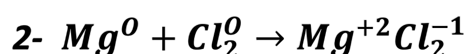

3- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال


1- $2C^0 + O_2^0 \rightarrow 2C^{+2}O^{-2}$ — $(C + (-2) = 0 \Rightarrow C + 2)$

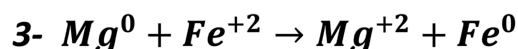

$2C \rightarrow 2C^{+2} + 4e^-$ — C: عانى اكسدة هو عامل مختزل


$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{-2}$ — O_2: عانى اختزال هو عامل مؤكسد


2- $Mg^0 + Cl_2^0 \rightarrow Mg^{+2}Cl_2^{-1}$


$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ — Mg: عانى اكسدة هو عامل مختزل

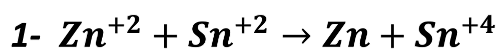

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^{-1}$ — O_2: عانى اختزال هو عامل مؤكسد


3- $Mg^0 + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe^0$

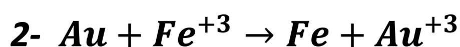

$Mg^0 \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ — Mg: عانى اكسدة هو عامل مختزل


$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe^0$ — Fe: عانى اختزال هو عامل مؤكسد

❖ مثال اضافي واجب | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعلات الاتية :

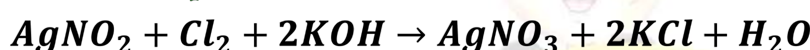


1- $Zn^{+2} + Sn^{+2} \rightarrow Zn + Sn^{+4}$



2- $Au + Fe^{+3} \rightarrow Fe + Au^{+3}$

❖ سؤال 4 – 15 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الاتي :



$AgNO_2 + Cl_2 + 2KOH \rightarrow AgNO_3 + 2KCl + H_2O$

❖ الحل || نعين اعداد التأكسد لكل الذرات المشاركة في التفاعل

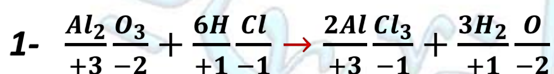


$Ag^{+1}N^{+3}O_2^{-2} + Cl_2^{0} + 2K^{+1}O^{-2}H^{+1} \rightarrow Ag^{+1}N^{+5}O_3^{-2} + 2K^{+1}Cl^{-1} + H_2^{+1}O^{-2}$

1- $AgNO_2$ عامل مختزل لانه عانى اكسدة

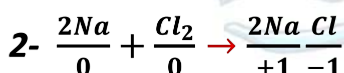
2- Cl_2 عامل مؤكسد لانه عانى اختزال .

❖ سؤال 4 – 23 | اي تفاعل هو تفاعل اكسدة - اختزال



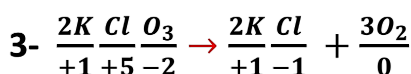
1- $\underset{+3\ -2}{Al_2O_3} + \underset{+1\ -1}{6HCl} \rightarrow \underset{+3\ -1}{2AlCl_3} + \underset{+1\ -2}{3H_2O}$

✓ ج | ليس تفاعل اكسدة واختزال لعدم وجود تغير في اعداد التأكسد



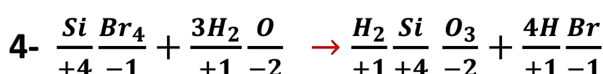
2- $\underset{0}{2Na} + \underset{0}{Cl_2} \rightarrow \underset{+1\ -1}{2NaCl}$

ج | تفاعل اكسدة واختزال



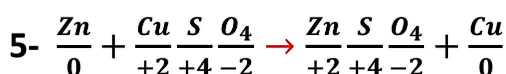
3- $\underset{+1\ +5\ -2}{2KClO_3} \rightarrow \underset{+1\ -1}{2KCl} + \underset{0}{3O_2}$

ج | تفاعل اكسدة واختزال



4- $\underset{+4\ -1}{SiBr_4} + \underset{+1\ -2}{3H_2O} \rightarrow \underset{+1\ +4\ -2}{H_2SiO_3} + \underset{+1\ -1}{4HBr}$

ج | ليس تفاعل اكسدة واختزال لعدم وجود تغيير في اعداد التأكسد



5- $\underset{0}{Zn} + \underset{+2\ +4\ -2}{CuSO_4} \rightarrow \underset{+2\ +4\ -2}{ZnSO_4} + \underset{0}{Cu}$

ج | تفاعل اكسدة واختزال

❖ 4 – 5 | الخلايا الكهرو كيميائية



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الخلايا الكلفاية ومسائل جهد الخلية

عند دراستنا لتفاعلات التأكسد والاختزال نلاحظ ان بعضا منها يحدث بصورة تلقائية والبعض الاخر بصورة غير تلقائية

➢ تتكون الخلايا الكهروكيميائية من قطبين :

- الانود :- هو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد ويكون مصدراً للإلكترونات .
- الكاثود :- هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول الية الالكترونات من الانود عبر السلك الخارجي .

➢ نقسم الخلايا الكهروكيميائية الى قسمين :
1- الخلايا الكلفانية (الفولتائية)
2- الخلايا الالكتروليتية .

❖ 4 – 6| الخلايا الكلفانية :

هي خلايا منتجة للتيار الكهربائي حيث تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري بصورة تلقائية .

- حيث نلاحظ عند غمر لوح من الخارصين Zn في محلول كبريتات النحاس يبدأ بالتآكل والاضمحلال ويصاحب ذلك زيادة في تركيز ايونات الخارصين وفي نفس الوقت تبدأ طبقة اسفنجية (عنصر النحاس) بأكساء الخارصين ويترسب قسم من هذا النحاس في قعر الاناء ويبدأ اللون الازرق للمحلول بالاضمحلال نتيجة نقصان تركيز ايونات النحاس حيث يصبح المحلول عديم اللون كما في التفاعل التالي :



$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}SO_4^{-2} \rightarrow Zn^{+2}SO_4^{-2} + Cu_{(s)}$$

- **خلية دانيال :**

- تتكون خلية دانيال من لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين ومن لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس ومن سلك خارجي موصل ينقل الالكترونات من الانود الى الكاثود وجسر ملحي على شكل حرف U يعمل على اكمال الدائرة الكهربائية .

- **الجسر الملحي :-**

هو عباره عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوبة يحتوي على محلول الكتروليتي خامل مثبت بمادة تدعى الأكار

- **فائدة الجسر الملحي**
  1. اكمال الدائرة الكهربائية
  2. توصيل محلول القطبين ونقل الايونات

- **الأكار :-** هي مادة صمغية يتم الحصول عليها من الطبيعة تكون صلبة في درجات حرارة الغرفة تستعمل في الجسر الملحي لتثبت المادة الالكتروليتية .

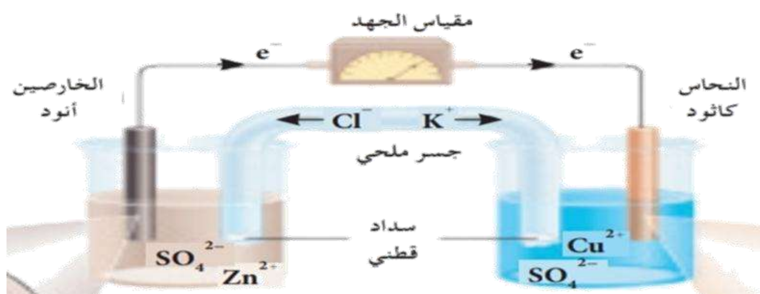
❖ ما فائدة السلك الخارجي الموصل

✓ الجواب | يعمل على نقل الالكترونات من الانود الى الكاثود

❖ سؤال | ماهي الية عمل خلية دانيال ؟

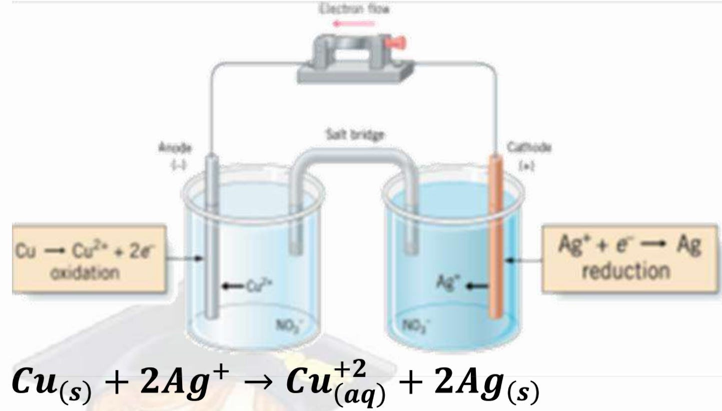
❖ الجواب | يذوب لوح الخارصين في محلول كبريتات الخارصين مما يؤدي الى تحرير الالكترونات . يقوم السلك الموصل الخارجي بنقل الالكترونات من الانود (لوح الخارصين) الى الكاثود (لوح النحاس) حيث تكتسب كل ذرة نحاس الكترونين و يزداد سمك القطب الكاثود نتيجة اكتساب الكترونات ويقل سمك الانود نتيجة فقدان الالكترونات. يقوم الجسر الملحي بمعادلة الايونات بين الانود والكاثود حيث يقوم بنقل الايونات الموجبة باتجاه الكاثود و الايونات السالبة الى الانود

شكل خلية دانيال (حفظ)





❖ مثال 4 – 4 | اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل التالي :



$$Cu_{(s)} + 2Ag^{+} \rightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

1- اكتب تفاعلات نصف الخلية

2- وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الأيونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول KNO_3

✓ الحل ||

1- تفاعل نصفي الخلية :

- نصف تفاعل تأكسد $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$
- نصف تفاعل اختزال $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$

2- تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي منطلقة من الانود باتجاه الكاثود اما اتجاه حركة الأيونات تتحرك الايونات الموجبة K^{+} باتجاه القطب السالب الكاثود . والايونات السالبة NO_3^{-} باتجاه القطب الموجب الانود

❖ 4 – 7| جهد الخلية الكلفانية

❖ علل || يسري التيار الكهربائي من الانود باتجاه الكاثود ؟

✓ الجواب || بسبب الفرق بين الجهد الكهربائي للقطبين .

- جهد القطب :- هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايونات ويقسم الى قسمين :

1- جهد التأكسد :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .

2- جهد الاختزال :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

ملاحظة || يسمى جهد الخلية بمصطلح اخر

القوة الدافعة الكهربائية : وهي اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين .

- يرمز لجهد الخلية بالرمز E_{cell}
- ويقاس بـ Volt وهو يساوي المجموع الجبري لجهدي الاكسدة والاختزال لذا :

❖ $E_{cell} = E_{oxe} + E_{Red}$ ………………….1

E_{Red} = جهد اختزال ، E_{oxe} = جهد الاكسدة

- بما ان الاكسدة عند الانود والاختزال يحدث في الكاثود يمكن اعادة المعادلة اعلاه

- $E_{cell} = E_{anode} + E_{cathod}$ ………………….2

وعند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm وتركيز 1M
يمكن كتابة المعادلة (2) في الشكل الاتي :

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

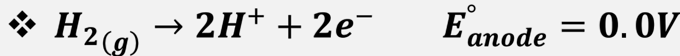
حيث : E°_{cell} يمثل جهد الخلية القياسي
E_{cell} يمثل جهد الخلية الغير قياسي

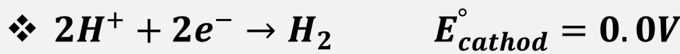
قياس جهود الاقطاب

كما لاحظنا اعلاه ان قياس الجهد القياسي E°_{cell} يتطلب قياس جهود اقطاب التأكسد والاختزال وهذا لا يمكن الا بوجود قطب مرجع مثل قطب الهيدروجين القياسي .

قطب الهيدروجين القياسي (SHE)

س/ لقد تم اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لان جهده القياسي يساوي صفر . او لأن نشاطه الكيميائي متوسط.... يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي كآنود وكاثود


❖ $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ $E^{\circ}_{anode} = 0.0V$


❖ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E^{\circ}_{cathod} = 0.0V$

س/ مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي ؟

- ج/يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية يمرر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات بضغط 1atm ودرجة حرارة 25°C وتركيز 1M تحتوي الانبوبة الزجاجية من الاسفل على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة من البلاتين الاسود متصلة بسلك من البلاتين

- علل || يستخدم البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي ؟
- الجواب || لأنه مادة خاملة لا تعاني اكسدة ولا اختزال تحت هذه الظروف حيث يعمل على (فائدته)

1- توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزئيات الهيدروجين علية .
2- توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية .

جهود الاقطاب القياسية

س/ماهي فائدة قطب الهيدروجين القياسي

الجواب: يستخدم قطب الهيدروجين القياسي لقياس جهود الاقطاب الاخرى بحيث ان الخلية التي تحتوي قطب عنصر + قطب الهيدروجين فان جهد لخلية يساوي جهد قطب العنصر لان جهد الهيدروجين يساوي صفر .

مثال توضيحي | عند قياس جهد الخلية القياسي لخلية مكونة من الخارصين كـ انود وقطب الهيدروجين كـ كاثود وجد ان جهد الخلية القياسي $E^{\circ}_{cell} = +0.763$ حيث يمكن قياس جهد قطب الخارصين القياسي

- بما ان الخارصين انود ⇐ E°_{anode}
- والهيدروجين كاثود ⇐ E°_{cathod}

- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$+0.763\ V = E^{\circ}_{anode} + 0.0\ V$

$E^{\circ}_{anode} = +0.763\ V$

ملاحظات

1- دائماً في السؤال يعطي جهود اختزال (كاثود) لذلك تحويل احد الجهود الى جهد اكسدة (انود) وذلك بقلب اشارة جهد الاختزال .

✓ $E^{\circ}_{cathod} = -E^{\circ}_{anode}$

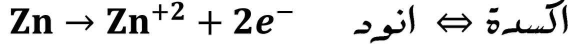
2- عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة .

3- لاستخراج جهد الخلية القياسي

✓ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

انواع الاقطاب

1- قطب فلز | ايون الفلز :- يتكون هذا النوع من الاقطاب من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز مثل غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين ويكون تفاعل القطب على الصورة التالية عند استخدامه كانود او ككاثود .


$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ انود ⇔ اكسدة

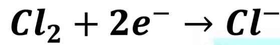

$Zn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ كاثود ⇔ اختزال

2- القطب الغازي :- يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز . ولكون الغاز غير موصل للتيار الكهربائي يستخدم سلك من البلاتين كعنصر خامل يعمل موصل للتيار الكهربائي

مثل ضخ غاز H_2 في محلول يحوي HCl بتركيز $1M$


$H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$

او ضخ غاز Cl_2 في محلول يحوي HCl بتركيز $1M$


$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow Cl^{-}$

3- اقطاب التأكسد والاختزال :- تتكون عادة من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفين

مثل غمر سلك من البلاتين في محلول

يحتوي ايونات Fe^{+3}, Fe^{+2} او يحتوي ايونات Sn^{+2}, Sn^{+4} .


$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$ تأكسد ⇔ انود


$Fe^{+3} + e^{-} \rightarrow Fe^{+2}$ اختزال ⇔ كاثود

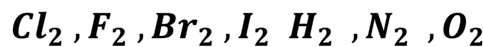
❖ انتبه || شلون اعرف انواع الاقطاب

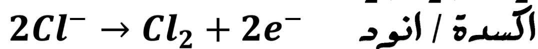
1- قطب فلز | ايون فلز : من انشوف احد الفلزات يعاني اكسدة واختزال من فلز الى ايون او العكس :

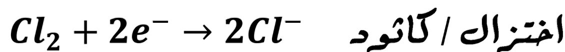

اكسدة   فلز → ايون + e^{-}

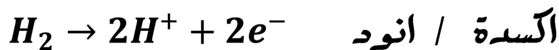

اختزال   ايون + e^{-} → فلز

2- القطب الغازي : القطب الغازي اعرفه من اشوف واحد من الغازات الاتية :


$Cl_2, F_2, Br_2, I_2\ H_2, N_2, O_2$


$2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$ اكسدة / انود


$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ اختزال / كاثود


$H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$ اكسدة / انود


$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ اختزال / كاثود

3- اقطاب التأكسد والاختزال :- نعرف قطب تأكسد او اختزال من تشوف عنصر اله حالتين تأكسد مثل $(Sn^{+2} , Sn^{+4}), (Fe^{+2} , Fe^{+3})$

بحيث يتحول من ايون الى ايون :

اختزال $\quad$ ايون $\rightarrow$ ايون + e^-

اكسدة $\quad$ ايون + e^- $\rightarrow$ ايون

- مثل

اكسدة / انود $\quad Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^-$

اختزال / كاثود $\quad Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$

التعبير عن الخلية كتابة

- للتعبير عن قطب الفلز / ايون الفلز: يكون التعبير كالاتي :

1- اذا كان القطب انود

رمز الفلز | رمز أيون الفلز (1M)

- مثال $/ Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad$ اكسدة ⇔ انود

التعبير ← $\quad Zn\,|\,Zn^{+2}(1M)$

2- اذا كان القطب كاثود

رمز أيون الفلز (1M)| رمز الفلز

- مثال $Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$ $\quad$ اختزال ⇔ كاثود

التعبير ← $\quad Zn^{+2}(1M)|Zn$

- التعبير عن القطب الغازي يكون التعبير كالاتي :

1- اذا كان القطب انود

Pt | رمز الغاز (1atm)| رمز ايون الغاز (1M)

- مثال $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ $\quad$ اكسدة ⇔ انود

$Pt|H_2(1atm)|H^+(1M)$

2- اذا كان القطب كاثود

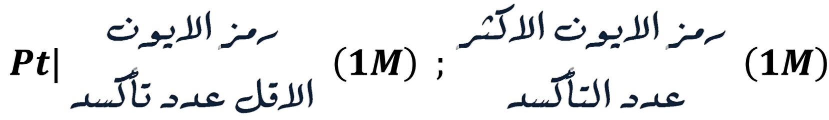
رمز ايون الغاز (1M) | رمز الغاز (1atm)| Pt

- مثال $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad$ اختزال ⇔ كاثود

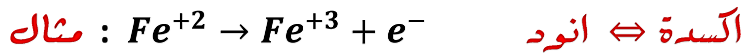
$H^+(1M)|\,H_2(1atm)|Pt$

- التعبير عن اقطاب التأكسد والاختزال يكون التعبير كالاتي :

1- اذا كان القطب انود



$Pt|$ رمز الايون الاقل عدد تأكسد $(1M)$; رمز الايون الاكثر عدد التأكسد $(1M)$



مثال : $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$ اكسدة ⇔ انود



$Pt|\ Fe^{+2}(1M); Fe^{+3}\ (1M)$

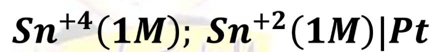
2- اذا كان القطب كاثود



رمز الايون الاكثر عدد تأكسد $(1M)$; رمز الايون الاقل عدد التأكسد $(1M)|Pt$



مثال: $Sn^{+4} + 2e^{-} \rightarrow Sn^{+2}$ اختزال ⇔ كاثود



$Sn^{+4}(1M);\ Sn^{+2}(1M)|Pt$

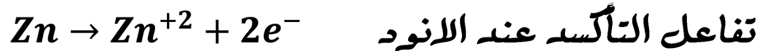
- يكون التعبير عن الخلية العام

تعبير الكاثود || تعبير الانود

❖ مثال 4 – 6 | عبر عن الخلية الموضح شكلها في الرسم كتابةً ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام



✓ الحل || من الرسم واضح H_2 قطب كاثود و Zn انود



$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ تفاعل التأكسد عند الانود

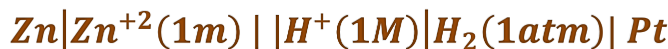


$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ تفاعل الاختزال عند الكاثود

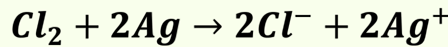


$Zn + 2H^{+} \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

- يكون التعبير عن الخلية تعبير الكاثود || تعبير الانود



$Zn|Zn^{+2}(1m)\ ||\ H^{+}(1M)|H_2(1atm)|\ Pt$



❖ تمرين 4 – 7 | التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي :

$$Cl_2 + 2Ag \rightarrow 2Cl^- + 2Ag^+$$

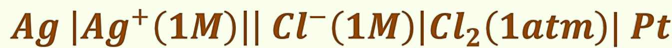
❖ عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي الاكسدة والاختزال

✓ الحل ||

تأكسد | انود $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$

اختزال | كاثود $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

- يكون التعبير عن الخلية   تعبير الكاثود || تعبير الانود



$Ag\ |Ag^+(1M)||\ Cl^-(1M)|Cl_2(1atm)|\ Pt$

ملاحظات مهمه جداً

اهم خطوه في حل مسائل E°_{cell} هو معرفة قطب الانود وقطب الكاثود ويتم ذلك عن طريق :

1- اذا اعطى تفاعل خلية عام يمكن معرفة الانود المادة التي تعاني اكسدة والكاثود هو المادة التي تعاني اختزال

2- اذا اعطى رسم خلية   (الانود على اليسار   والكاثود على اليمين)

3- اذا اعطى تعبير الخلية العامة يكون الانود من جهة اليسار والكاثود من اليمين :

تعبير الكاثود || تعبير الانود

4- اذا ذكر خلية دانيال (الخارصين انود   والنحاس كاثود)

5- اذا كان السؤال هل يمكن اذابة فلز يكون الفلز المراد اذابته انود والمذيب كاثود

6- اذا كان السؤال هل يمكن الحفظ يكون الاناء انود والمادة المراد حفظها كاثود

7- اذا كان السؤال هل يمكن (مادة) تحرر الهيدروجين تختار المادة انود والهيدروجين كاثود

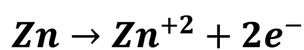
8- اذا لم يذكر اي من النقاط اعلاه اي لا يعطي معادلة تفاعل عامة ولا رسم خلية تعبير عن خلية ولا يكون السؤال هل يمكن اذابة فلز ولا يكون السؤال هل يمكن الحفظ ولا ايهما يحرر الهيدروجين نلجأ الى اختيار اقل جهد اختزال انود واكبر جهد اختزال كاثود

✚ انتبه : بالسؤال دائما ينطي جهود اختزال للقطبين انت بعدما تعرف منو انود ومنو كاثود نقلب اشارة جهد القطب المختار انود لكي يصبح من جهد اختزال (كاثود) الى جهد اكسدة (انود) $E^\circ_{cathod} = -E^\circ_{anode}$

❖ **مثال 4 − 5 ||** اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال ثم احسب جهد الخلية القياسي اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^{\circ}_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V\ ,\ E^{\circ}_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$

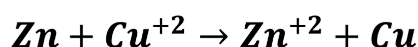
✓ **الحل |**



$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$



$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.34\ V$



$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.76 + 0.34$

$E^{\circ}_{cell} = 1.10\ V$

❖ **تمرين 4 − 5 ||** احسب جهد الخلية القياسية لخلية تم عملها من قطب الكادميوم Cd المغمور في محلول $1M$ من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في $1M$ من نترات الكروم

❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^{\circ}_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ V\ ,\ E^{\circ}_{Cd^{+2}/Cd} = -0.40\ V$

✓ **الحل |** نأخذ جهد الاختزال الاقل نعكس اشارته لكي يصبح جهد الكسدة (انود)

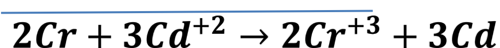
(الاقل هو $E^{\circ}_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ V$)



• $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.74\ V$



$3Cd^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 3Cd$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = -0.40\ V$



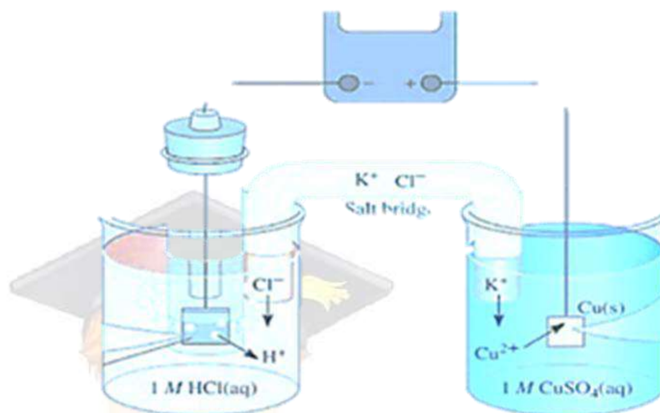
$2Cr + 3Cd^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 3Cd$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.74 + (-0.40)$

$E^{\circ}_{cell} = +0.34\ V$

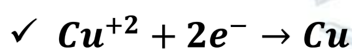
تمرين 4 – 4 || للخلية الموضحة في الشكل ادناه المكونة من قطب الهيدروجين كأنود وقطب النحاس ككاثود . احسب الجهد القياسي لقطب النحاس . اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد القياسي يساوي +0.337 V



✓ الحل || قطب الهيدروجين انود وقطب النحاس كاثود (جهد قطب الهيدروجين = صفر)



✓ $H_2 \rightarrow 2H^{+1} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = 0.0\ V$

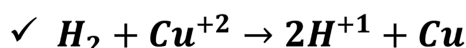


✓ $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ $\qquad E^\circ_{cathod} = ?$

✓ ______________________



✓ $H_2 + Cu^{+2} \rightarrow 2H^{+1} + Cu$



$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$ ✓

$0.337 = 0.0 + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cathod} = +0.337\ V$

استراحه || كلماتي

عليكم بعد لا ابجي ولا انود

ومنافس الي ابد ماكو ولا ند

المادة العانت اختزال كاثود والانود

العانت اكسدة وذابت خطية

كيفية حل مسائل فرق الجهد (E°_{cell})

1- نحدد قطب الانود وقطب الكاثود حيث بعد معرفة قطب الانود نقوم بتحويل جهد الاختزال الى جهد الاكسدة وذلك بعكس اشارة جهد القطب المختار انود

2- نجد E°_{cell} من قانون $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$ | حيث اذا كانت قيمة E°_{cell}

أ- $+ = E^\circ_{cell}$ فأن

(التفاعل تلقائي | لا يمكن الحفظ | يمكن اذابة الفلز | يتحرر غاز H_2)

ب- $- = E^\circ_{cell}$ فأن

(التفاعل غير تلقائي | يمكن الحفظ | لا يمكن اذابة الفلز | لا يتحرر غاز H_2)

- ملاحظة : أفضل عامل مؤكسد هي المادة الاكبر جهد اختزال
- ملاحظة : تذكر بالسؤال دائما يعطي جهود اختزال للقطبين . الي تختاره انود نعكس اشارته .

ملاحظات

1- في سؤال هل يمكن اذابة فلز نجعل الفلز المراد اذابته انود والمحلول كاثود

2- في سؤال هل يمكن الحفظ نجعل الفلز المراد حفظه كاثود والاناء انود

3- في سؤال ايهما يحرر الهيدروجين نجعل الهيدروجين كاثود ونختار انود مناسب يجعل تفاعل الخلية تلقائي اي $E^\circ_{cell} = +$

❖ تمرين 4 – 6 | هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Co^{+2}|Co)} = -0.28V \quad , \quad E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\,V$$

$$E^\circ_{(Fe^{+2}|Fe)} = -0.44\,V \quad , \quad E^\circ_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50\,V$$

- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$
- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

✓ الحل |



- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$

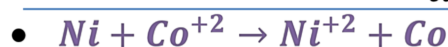
- من المعادلة نعرف Ni انود ، Co كاثود



- $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$



- $Co^{+2} + 2e^- \rightarrow Co$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.28\ V$



- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

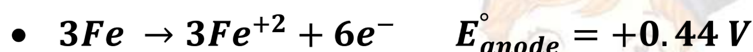
$E^\circ_{cell} = +0.25 + (-0.28) \Rightarrow E^\circ_{cell} = -0.03$

- التفاعل غير تلقائي لان قيمة $E^\circ_{cell} = -0.03$ سالبة



- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

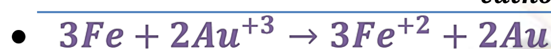
- من المعادلة نعرف Fe انود ، Au كاثود



- $3Fe \rightarrow 3Fe^{+2} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.44\ V$



- $2Au^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Au$ $\quad E^\circ_{cathod} = +1.50\ V$



- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = +0.44 + 1.50 \Rightarrow E^\circ_{cell} = +1.94$

- التفاعل تلقائي لان قيمة $E^\circ_{cell} = +1.94$ موجبة

❖ تمرين 4 – 8 | هل بإمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز $(1M)$ للخلية التالية.

- علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^\circ_{(Ag^+|Ag)} = +0.80$
- معلومة :- تحدث اذابة فلز اذا كان التفاعل تلقائي)



➢ $Ag|Ag^+(1M)\,||\,H^+(1M)|\,H_2(1atm)|\,Pt$

✓ الحل || من تعبير الخلي كتابةً نعرف انه Ag انود و H_2 كاثود



✓ $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.80\ V$



✓ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$



✓ $2H^+ + 2Ag \rightarrow H_2 + 2Ag^+$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.80 + 0.0$

$E^\circ_{cell} = -0.80\ V$

❖ اشارة E°_{cell} سالبة لا يمكن اذابة الفلز

❖ **سؤال 4 – 13** | هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائياً ام لا ؟

❖ علما ان جهد الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Br_2|Br^-)} = +1.07\ V \quad E_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77\ V$$



$$Pt|\ Fe^{+2}(1M); Fe^{+3}(1M)\ ||Br_2(1atm)|\ Br^-(1M)|\ Pt$$

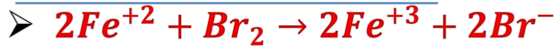
❖ **الحل** | من تعبير الخلية نعرف ان Fe انود و Br_2 كاثود



➢ $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$



➢ $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $\qquad E^\circ_{cathod} = +1.07\ V$



➢ $2Fe^{+2} + Br_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + 2Br^-$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = -0.77 + 1.07 \Rightarrow E^\circ_{cell} = +0.30\ V$$

• التفاعل تلقائي لأن E°_{cell} قيمة موجبة

❖ **سؤال 4 – 16** | هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس

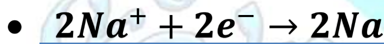
❖ علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{(Na^+|Na)} = -2.70\ V \ ,\ E_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$$

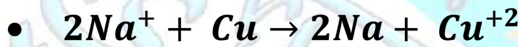
❖ **الحل** | نجعل المادة المراد حفظها $NaCl$ كاثود والاناء Cu انود



• $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = -0.34\ V$



• $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$ $\qquad E^\circ_{cathod} = -2.70\ V$



• $2Na^+ + Cu \rightarrow 2Na + Cu^{+2}$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = -0.34 + (-2.70) \Rightarrow E^\circ_{cell} = -3.04\ V$$

➢ يمكن الحفظ لأنه $E^\circ_{cell} = -$ حيث لا يحصل تفاعل تلقائي .

❖ **سؤال 4 – 17** | هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟

• علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.24\ V \ , E^\circ_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$$

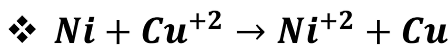
❖ **الحل** || نجعل الاناء Ni انود والمادة المراد حفظها Cu كاثود



❖ $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.24\ V$



❖ $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ $\qquad E^\circ_{cathod} = +0.34\ V$



❖ $Ni + Cu^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Cu$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = 0.24 + 0.34 \Rightarrow E^\circ_{cell} = +0.58$$

➢ لا يمكن الحفظ لأن جهد الخلية موجب اي ان التفاعل تلقائي

❖ **سؤال 4 – 3** | أي المواد في الازواج التالية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية | **اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية**

$$E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = +0.80\ V \quad , \quad E^{\circ}_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50\ V$$

$$E^{\circ}_{(Br_2|Br^{-})} = +1.07\ V \quad , E^{\circ}_{(Cr^{+3}|Cr)} = -0.74\ V$$

$$E^{\circ}_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40\ V$$

أ) Br_2 ام Au^{+3} ب) H_2 ام Ag^{+} ج) Cd^{+2} ام Cr^{+3}

✓ **الحل** || المادة الاكبر جهدا اختزال هي افضل عامل مؤكسد

أ- Au^{+3} : افضل عامل مؤكسد لان جهد اختزاله اكبر

ب- Ag^{+} : افضل عامل مؤكسد لان جهد اختزاله اكبر

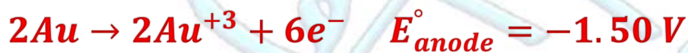
ج- Cd^{+2} : افضل عامل مؤكسد لان اختزاله اكبر

❖ **سؤال 4 – 12** | بين ايهما يحرر الهيدروجين الالمنيوم ام الذهب عن تفاعلهما مع الحوامض المخففة | **اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية**

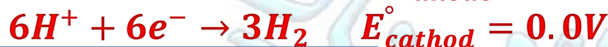
$$E^{\circ}_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50 \quad , \quad E^{\circ}_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66\ V$$

✓ **الحل** || نجعل الهيدروجين كاثود ونختار انود مناسب (Al او Au) الذي يجعل E°_{cell} قيمة موجبة

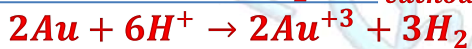
Au



$2Au \rightarrow 2Au^{+3} + 6e^{-} \qquad E^{\circ}_{anode} = -1.50\ V$



$6H^{+} + 6e^{-} \rightarrow 3H_2 \qquad E^{\circ}_{cathod} = 0.0V$



$2Au + 6H^{+} \rightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -1.50 + 0$

$E^{\circ}_{cell} = -1.50\ V$

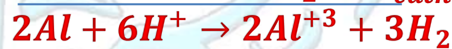
Al



$2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-} \qquad E^{\circ}_{anode} = +1.66\ V$



$6H^{+} + 6e^{-} \rightarrow 3H_2 \qquad E^{\circ}_{cathod} = 0.0V$



$2Al + 6H^{+} \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +1.66 + 0$

$E^{\circ}_{cell} = +1.66$

• ∵ Al هو يجعل تفاعل الخلية تلقائي $E^{\circ}_{cell} = +$

Al هو يحرر الهيدروجين

❖ سؤال 4 – 28 | للخلية الاتية : $Al\ |Al^{+3}(1M)\ ||\ Cd^{+2}(1M)|Cd$

اذا علمت ان جهد الخلية القياسي $E^{\circ}_{cell} = +1.26\ V$

وجهد الاختزال القياسي للكادميوم $E_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40\ V$

احسب جهد اختزال القياسي للألمنيوم

✓ **الحل** || من تعبير الخلية Al هو انود و Cd لذلك نجد $E^{\circ}_{anode} =$

ثم نعكس اشارته ليتحول الى جهد اختزال



✓ $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = ?\ V$



✓ $3Cd^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 3Cd$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = -0.40\ V$



✓ $3Cd^{+2} + 2Al \rightarrow 3Cd + 2Al^{+3}$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} \rightarrow\!\!> E^{\circ}_{anode} = E^{\circ}_{cell} - E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{anode} = 1.26 + 0.40 = +1.66\ V$

$E^{\circ}_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66\ V$

العلاقة بين جهد الخلية E°_{cell} وطاقة كبس الحرة القياسية ΔG° وثابت الاتزان K_{eq}

كما عرفنا ان الخلايا الكلفانية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية لإنجاز شغل

الطاقة الكهربائية J = جهد الخلية V * الشحنة الكلية C

$1J = 1V * 1C$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح العلاقة بين الطاقة الحرة وثابت الاتزان

- $\Delta G = -nFE_{cell}$ ……………… (1) في ظروف غير قياسية
- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$ ……………… (2) في ظروف قياسية
- $\Delta G^{\circ} = -RT\ln K_{eq}$ ………… (3) عند الاتزان

➢ وبتعويض معادلة (2) في (3) نحصل على

- $-RT\ln K_{eq} = -nFE^{\circ}_{cell}$ ……………… (4)

➢ و بأعاده ترتيب المعادلة

- $E^{\circ}_{cell} = \frac{RT}{nF}\ln K_{eq}$ ……………… (5)

بتعويض قيم $R = 8.314$, $T = 298$, $F = 96500$ نحصل على المعادلة

❖ $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n}\ln K_{eq}$

- ΔG : طاقة كبس غير القياسية و ΔG° : طاقة كبس الحرة القياسية
- E_{cell} : جهد الخلية الغير قياسي و E°_{cell} : جهد الخلية القياسية
- F : ثابت فراداي ويساوي 96500
- n : عدد الالكترونات المتساوية المحذوفة
- R / ثابت الغازات و K_{eq} ثابت الاتزان

ملاحظات

1- اذا كان ΔG° قيمة سالبة فأن التفاعل تلقائي
واذا كانت ΔG° قيمة موجبة التفاعل غير تلقائي

2- التلقائية بالنسبة E°_{cell} عكس ΔG°

$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$
$\Delta G^{\circ} = - \times +$
$\Delta G^{\circ} = -$

- تكون قيمة ΔG° سالبة عندما تكون قيمة E°_{cell} موجبة

$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$
$\Delta G^{\circ} = - \times -$
$\Delta G^{\circ} = +$

- ∵ تكون قيمة ΔG° موجبة عندما تكون قيمة E°_{cell} سالبة

❖ سؤال 4 – 2 | احسب ثابت فراداي وبين وحدته ؟

✓ الجواب ||

- F فراداي : هو حاصل ضرب شحنة الالكترون في عدد افكادروا

عدد افكادروا $= 6.023 * 10^{23} \frac{1}{mol}$

شحنة الالكترون $= 1.6 * 10^{-19}\ C$

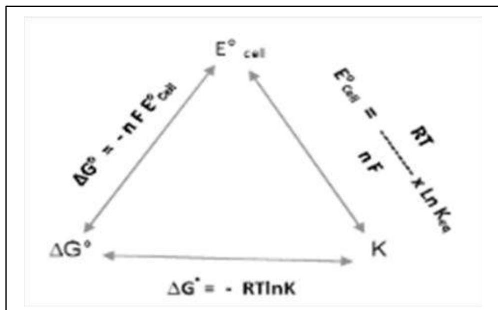
$$F = 6.023 * 10^{23} \frac{1}{mol} * 1.6 * 10^{-19} C$$

$$F = 96500 \frac{C}{mol}$$

❖ سؤال 4 – 4 | اكتب العلاقة التي تربط ΔG° مع K_{eq} مع E°_{cell}
وعرف جميع الرموز التي تحتويها ؟

✓ الحل ||

- $8.314 \frac{J}{K}.mol = R$
- $96500 \frac{C}{mol} = F$
- T = درجة الحرارة كلفن
- n= عدد مولات الالكترونات المتساوية المحذوفة



ملاحظات لحل مسائل العلاقة بين ΔG° و K_{eq} و E°_{cell}

1- اذا كان المجهول ΔG° : نجد E°_{cell} من العلاقة $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
ثم نجد n من المعادلة ونجد ΔG° من قانون $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

2- نستخدم القانون $\Delta G = -nFE_{cell}$ لايجاد ΔG بوجود E_{cell}
أو لإيجاد E_{cell} بوجود ΔG

3- نستخدم القانون $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$ لايجاد ΔG° بوجود E°_{cell}
أو لايجاد E°_{cell} بوجود ΔG°

4- نستخدم القانون $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$ لايجاد K_{eq} بوجود E°_{cell}

5- ΔG , ΔG° هنا تقاس بوحدة J/mol وليس KJ/mol

❖ سؤال 4 – 20 | لماذا يجب ان يكون جهد الخلية موجباً ؟

✓ الجواب || لأن التفاعل تلقائي عندما ΔG° قيمة سالبة و E°_{cell} موجبة وعند تطبيق الاشارة بالمعادلة $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$ نجد ان يجب ان تكون E°_{cell} موجبة حتى تصبح ΔG° قيمة سالبة .



❖ مثال 4 – 7 | خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام كالاتي :

$$2Ag^+ + Pb \rightarrow 2Ag + Pb^{+2}$$

احسب قيمة ΔG° وثابت الاتزان K_{eq} عند درجة حرارة 25°C

- علما ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^\circ_{(Ag^+|Ag)} = +0.80\ V \quad , E^\circ_{(Pb^{+2}|Pb)} = -0.13V$$

- علما ان $\ln 2.5 * 10^{31} = 71.53$

✓ الحل | نجد E°_{cell} من $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$ ومن ثم نجد ثابت الاتزان K_{eq}

- من المعادلة واضح ان Pb انود و Ag كاثود

- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.13V$
- $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$ $\qquad E^\circ_{cathod} = +0.80\ V$
- $2Ag^+ + Pb \rightarrow 2Ag + Pb^{+2}$
- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
  $E^\circ_{cell} = +0.13 + 0.80$
  $E^\circ_{cell} = +0.93$
- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

$\Delta G^{\circ} = -2 * 96500\, C/mol * 0.93\, V$

$\Delta G^{\circ} = -179490\, J/mol$

- $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

$0.93 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$

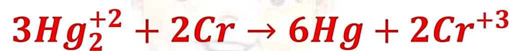
$0.93 = 0.013 * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{0.93}{0.013}$

$\ln K_{eq} = 71.53 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 2.5 * 10^{31}$

$K_{eq} = 2.5 * 10^{31}$

❖ تمرين 4 – 9 | احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية ΔG° لتفاعل الخلية عند 25°C



$3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$

- فاذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

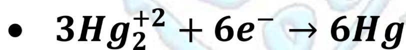
$E^{\circ}_{(Hg_2^{+2}|Hg)} = +0.85\, V \quad , \quad E^{\circ}_{(Cr^{+3}|Cr)} = -0.74\, V$

✓ الحل || نجد E°_{cell} من جهد الاختزال ثم نجد ΔG° من قانون $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

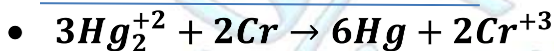
- واضح من المعادلة Hg كاثود و Cr انود



- $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = +0.74\, V$



- $3Hg_2^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 6Hg$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = +0.85\, V$



- $3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

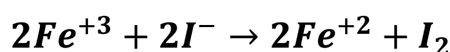
$E^{\circ}_{cell} = +0.74 + 0.85$

$E^{\circ}_{cell} = +1.59\, V$

- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

$\Delta G^{\circ} = -6 * 96500 \frac{C}{mol} * 1.59\, V$

$\Delta G^{\circ} = -920610\, J/mol$



- تمرين 4 – 10 | لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة 25°C

$$2Fe^{+3} + 2I^{-} \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$$

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(I_2|I^-)} = +0.53\ V \quad , E^{\circ}_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77\ V$$

❖ احسب :

1- جهد الخلية القياسية

2- طاقة كبس الحرة القياسية

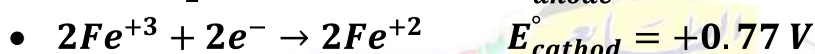
3- ثابت الاتزان . علماً ان $\ln 1 * 10^8 = 18.46$

✓ الحل || من المعادلة نعرف ان I_2 انود و Fe كاثود

1- نجد E°_{cell}



- $2I^{-} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$ $E^{\circ}_{anode} = -0.53\ V$



- $2Fe^{+3} + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{+2}$ $E^{\circ}_{cathod} = +0.77\ V$



- $2Fe^{+3} + 2I^{-} \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
  $E^{\circ}_{cell} = -0.53 + 0.77$
  $E^{\circ}_{cell} = +0.24\ V$

2- نجد ΔG°

- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$
  $\Delta G^{\circ} = -2\ mol * 96500\ C/mol * 0.24\ V$
  $\Delta G^{\circ} = -46320\ J/mol$

3- نجد K_{eq}

- $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

$$0.24 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$$

$$0.24 = 0.013 * \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = \frac{0.24}{0.013}$$

$$\ln K_{eq} = 18.46 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1 * 10^8$$

$$K_{eq} = 1 * 10^8$$

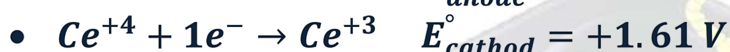
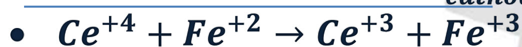
❖ سؤال 4 – 5 | عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على ايونات $Fe^{+3}, Fe^{+2}, Ce^{+3}, Ce^{+4}$ ؟
احسب ΔG° K_{eq} لهذا التفاعل ؟

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^\circ_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = 0.77\ V , \quad E^\circ_{(Ce^{+4}|Ce^{+3})} = +1.61\ V$$

- علماً ان $\ln 1.1 * 10^{14} = 32.30$

✓ الحل || لم يعطي طريق نعرف منه الانود والكاثود لذلك نختار اقل جهد اختزال انود

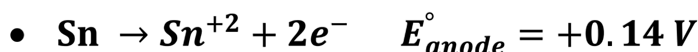
- $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + 1e^- \quad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$
- $Ce^{+4} + 1e^- \rightarrow Ce^{+3} \quad E^\circ_{cathod} = +1.61\ V$
- $Ce^{+4} + Fe^{+2} \rightarrow Ce^{+3} + Fe^{+3}$
- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
  $E^\circ_{cell} = -0.77 + 1.61$
  $E^\circ_{cell} = +0.84\ V$
- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$
  $\Delta G^\circ = -1\ mol * 96500 \frac{C}{mol} * 0.84\ V$
  $\Delta G^\circ = -81060\ \ J/mol$

- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$
  $0.84 = \frac{0.026V}{1} * \ln K_{eq}$
  $0.84 = 0.026 * \ln K_{eq}$
  $\ln K_{eq} = \frac{0.84}{0.026}$
  $\ln K_{eq} = 32.30 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1.1 * 10^{14}$
  $K_{eq} = 1.1 * 10^{14}$

❖ سؤال 4 – 37 | احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي : $Sn + Pb^{+2} \rightarrow Sn^{+2} + Pb$

❖ علماً ان جهود الاختزال القياسية : $E^\circ_{(Sn^{+2}|Sn)} = -0.14\ V$, $E^\circ_{(Pb^{+2}|Pb)} = -0.13\ V$

الحل || من المعادلة نعرف Sn انود و Pb كاثود لذلك نجد E°_{cell} ثم نجد K_{eq}





- $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^- \quad E^\circ_{anode} = +0.14\ V$
- $Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb \quad E^\circ_{cathod} = -0.13\ V$
- $Pb^{+2} + Sn \rightarrow Pb + Sn^{+2}$

- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

  $E^\circ_{cell} = +0.14 + (-0.13)$

  $E^\circ_{cell} = +0.01\ V$

- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

  $0.01 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$

  $0.01 = 0.013 * \ln K_{eq}$

  $\ln K_{eq} = \frac{0.01}{0.013} \Rightarrow \ln K_{eq} = 0.769 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 2.16 \Rightarrow K_{eq} = 2.16$

اعتماد جهد الخلية على التركيز (معادلة نيرنست)

كما تعلمنا في التفاعلات السابقة ان تراكيز الاقطاب تكون $(1M)$ لكننا نحتاج الى التعامل مع تراكيز تختلف عن $(1M)$ لذا من الضروري ايجاد علاقة تربط جهد الخلية غير القياسي مع تراكيز مكونات الخلية .



انقر على الباركود لمشاهدة شرح معادلة نيرنست

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$ ………………….(1)
- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$ …………………….(2)
- $\Delta G = -nFE_{cell}$ ……………………….(3)
- $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q$ … …… ……(4)

➢ عند تعويض قيمة $F\ ,R\ ,T$ في معادلة 4 تصبح المعادلة

- $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$ …………(5)

❖ سؤال 4 – 6 | اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها

➢ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $Q = \frac{\text{تركيز الايونات الناتجة}}{\text{تركيز الايونات المتفاعلة}}$
- n = عدد الالكترونات المحذوفة المتساوية
- E°_{cell} = جهد الخلية القياسي
- E_{cell} = جهد الخلية الغير قياسي

❖ ملاحظة || نأخذ على سبيل المثال التفاعل الاتي : $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

- يكون تعبير معادلة نيرنست للتفاعل هو

➢ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- حيث ان Q هو تراكيز الايونات الناتجة على تراكيز الايونات المتفاعلة كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة

➢ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$

❖ ملاحظات مهمة ||

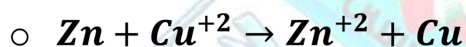
1- نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست اذا اعطى او طلب تراكيز مولارية او اذا اعطى او طلب جهد خليه غير قياسي او طاقة كبس الحرة غير قياسيه

2- ممكن في معادلة نيرنست ان يطلب E_{cell} و يعطي تراكيز الايونات وبالعكس

3- E°_{cell} نجدها على الاغلب من $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

و أحياناً نجدها من $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

4- تراكيز العناصر الحرة (ليس ايونات) تساوي واحد عن التعويض في قيمة Q



- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$
- $Q = \frac{[Zn^{+2}][Cu]}{[Cu^{+2}][Zn]} \Rightarrow Q = \frac{[Zn^{+2}]*(1)}{[Cu^{+2}]*(1)}$

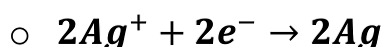
❖ مثال 8 – 4 | احسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة حرارة 25 °C

للخلية التي تفاعلها العام $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

- اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Ag^{+}] = 0.01\ M$, $[Cu^{+2}] = 0.01\ M$
- وان جهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = +0.80\ V$, $E^{\circ}_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$
-

✓ الحل || نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست انه اعطى تراكيز للايونات غير (1M)

لذلك نجد E°_{cell} ثم نجد E_{cell} من المعادلة وواضح ان Cu انود و Ag كاثود

- $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = -0.34\ V$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = +0.80\ V$



❖ $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -0.34 + 0.80$

$E^{\circ}_{cell} = 0.46\ V$

❖ نجد E_{cell} من معادلة نيرنست

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

✓ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$

✓ $E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$

✓ $E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$

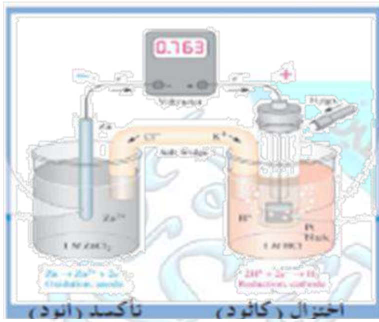
✓ $E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln 100$

✓ $E_{cell} = 0.46 - (0.013 * 4.6) \Rightarrow E_{cell} = 0.4$

❖ تمرين 4 – 11 | بأستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه في تجربة وجد ان E_{cell} للخلية تساوي $0.73\ V$ عند $25°C$ افترض ان $[Zn] = 0.1\ M$ وضغط غاز الهيدروجين $1atm$ احسب التركيز المولاري لأيونات H^+

❖ اذا علمت ا $E^{\circ}_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76\ V$

✓ علما ان $\ln 10 = 2.3$



✓ الحل || من الرسم نعرف Zn انود و H_2 كاثود

○ $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$

○ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ V$

❖ $Zn + 2H^{+1} \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.76 + 0.0$

$E^{\circ}_{cell} = 0.76\ V$

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$

❖ $0.73 = 0.76 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2}$

❖ $0.73 = 0.76 - 0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2}$

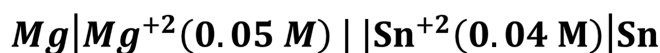
❖ $0.73 - 0.76 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2} \Rightarrow -0.03 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2}$

❖ $\ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2} = \frac{-0.03}{-0.013}$

❖ $\ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2} = 2.3 \Rightarrow \ln \frac{(0.1)}{[H^+]^2} = \ln 10$

❖ $\frac{(0.1)}{[H^+]^2} = 10 \Rightarrow [H^+]^2 = \frac{0.1}{10} \Rightarrow [H^+]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^+] = 0.1\ M$

❖ تمرين 4 – 12 | احسب E°_{cell} , E_{cell} , ΔG لخلية الاتية



$$Mg|Mg^{+2}(0.05\ M)\ ||\ Sn^{+2}(0.04\ M)|Sn$$

❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^{\circ}_{Sn^{+2}|Sn} = -0.14\ V\ ,\ E^{\circ}_{Mg^{+2}|Mg} = -2.37\ V$$

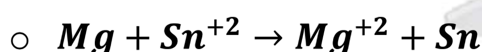
✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف Mg انود و Sn كاثود



○ $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +2.37\ V$



○ $Sn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Sn$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = -0.14\ V$



○ $Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +2.37 + (-0.14)$

$E^{\circ}_{cell} = +2.23\ V$

❖ نجد E_{cell} من معادلة نيرنست

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$

○ $E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$

○ $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$

○ $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln 1.25$

○ $E_{cell} = 2.23 - (0.013 * 0.223\ )$

○ $E_{cell} = 2.23 - 0.003\ V$

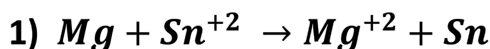
○ $E_{cell} = 2.227\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 2.227\ V$

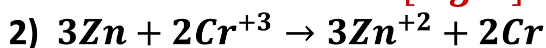
$\Delta G = -429811\ \ J/mol$

❖ سؤال 4 – 7 | احسب E°_{cell} , E_{cell} , ΔG لتفاعلات الخلايا الاتية :



1) $Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$

$[Mg^{+2}] = 0.05\ M$, $[Sn^{+2}] = 0.04\ M$



2) $3Zn + 2Cr^{+3} \rightarrow 3Zn^{+2} + 2Cr$

$[Cr^{+3}] = 0.01\ M$, $[Zn^{+2}] = 0.001M$

○ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية علما ان $-11.51 = \ln 10^{-5}$

$E^{\circ}_{Mg^{+2}|Mg} = -2.37\ V$, $E^{\circ}_{Sn^{+2}|Sn} = -0.14\ V$

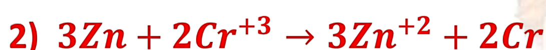
$E^{\circ}_{Zn^{+2}|Zn} = -0.76\ V$, $E^{\circ}_{Cr^{+3}|Cr} = -0.74\ V$

✓ الحل ||



1) $Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$

واجب نفس طريقة حل التمرين اعلاه



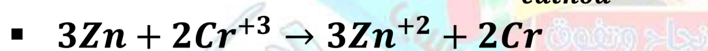
2) $3Zn + 2Cr^{+3} \rightarrow 3Zn^{+2} + 2Cr$



▪ $3Zn \rightarrow 3Zn^{+2} + 6e^-$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$



▪ $2Cr^{+3} + 6e^- \rightarrow Sn$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = -0.74\ V$



▪ $3Zn + 2Cr^{+3} \rightarrow 3Zn^{+2} + 2Cr$

▪ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.76 + (-0.74)$

$E^{\circ}_{cell} = 0.02\ \ V$

▪ نجد E_{cell} من معادلة نيرنست

• $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]^3}{[Sn^{+2}]^2}$

- $E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026V}{6} \ln \frac{(0.001)^3}{(0.01)^2}$

- $E_{cell} = 0.02 - 0.0043 * \ln \frac{(1*10^{-9})}{(1*10^{-4})}$

- $E_{cell} = 0.02 - 0.0043 * \ln 10^{-5}$

- $E_{cell} = 0.02 - (0.0043 * -11.51)$

- $E_{cell} = 0.02 + 0.05$

- $E_{cell} = 0.07\ V$

▪ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -6 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.07\ V$

$\Delta G = -40530\ \ J/mol$

❖ سؤال 4 – 8 | احسب E°_{cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل $Zn|Zn^{+2}$ و SHE .
كم سيكون جهد الخلية E_{cell}

- اذا كان $[H^+] = 1.8\ M$, $P_{H_2} = 1atm$ $[Zn^{+2}] = 0.45\ M.$
- اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^\circ_{Zn^{+2}|Zn} = -0.76\ V$
- علما ان $\ln 0.138 = -1.98$

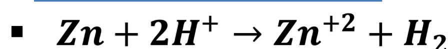
✓ الحل || من المعطيات نعرف ان غاز الهيدروجين دائما يتحرر عند الكاثود



- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = +0.76\ V$



- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$



- $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
$E^\circ_{cell} = +0.76 + (0.0)$
$E^\circ_{cell} = 0.76\ V$

❖ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln Q$

- $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln\frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$
- $E_{cell} = 0.76 - \frac{0.026V}{2}\ln\frac{0.45}{(1.8)^2}$
- $E_{cell} = 0.76 - 0.013 * \ln 0.138$
- $E_{cell} = 0.76 - (0.013 * -1.98)$
- $E_{cell} = 0.76 - (-0.026)$
- $E_{cell} = 0.76 + 0.026$
- $E_{cell} = 0.786V$

❖ سؤال 4 – 22 | احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين $0.1\ M$ وتركيز كبريتات النحاس $0.01\ M$ في درجة حرارة $25°C$

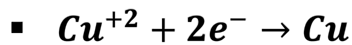
- وان الجهد القياسي للخلية يساوي $1.10\ V$
- علما ان $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل || في خلية دانيال نعرف ان Zn انود و Cu كاثود

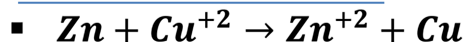
- E°_{cell} معطى لا حاجة لاستخراجه



- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$



- $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

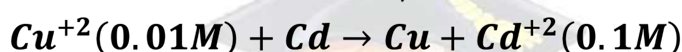


- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
  - $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$
  - $E_{cell} = 1.10 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$
  - $E_{cell} = 1.10 - 0.013 * \ln 10$
  - $E_{cell} = 1.10 - (0.013 * 2.3)$
  - $E_{cell} = 1.10 - 0.03$
  - $E_{cell} = 1.10 - 0.03$
  - $E_{cell} = 1.07\ V$

❖ سؤال 4 – 24 | خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25°C

$$Cu^{+2}(0.01M) + Cd \rightarrow Cu + Cd^{+2}(0.1M)$$



- وجهدها القياسي يساوي $(+0.74\ V)$ احسب التغيير في الطاقة الحرة ؟
- علما ان $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل || من المعادلة نعرف ان Cd انود و Cu كاثود

- E°_{cell} معطى لا حاجة لاستخراجه

- $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e^-$
- $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$
- $Cd + Cu^{+2} \rightarrow Cd^{+2} + Cu$

❖ لإيجاد ΔG يجب ان نجد E_{cell} اولاً

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
  - $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$
  - $E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$
  - $E_{cell} = 0.74 - 0.013 * \ln 10$
  - $E_{cell} = 0.74 - (0.013 * 2.3)$
  - $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
  - $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
  - $E_{cell} = 0.71\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 * 96500\ C/mol * 0.71\ V$

$\Delta G = -137030\ J\ /mol$



❖ سؤال 4 – 25 | احسب التغير في الطاقة الحرة للتفاعل الخلية التالي عند درجة 25°C

$$Mg|Mg^{+2}\ (1M)\ ||\ Br^{-}(0.1\ M\ )|Br_2(1atm)\ |\ Pt$$

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية   علما ان ln 0.01= - 4 . 6

$$E^{\circ}_{Mg^{+2}|Mg} = -2.37\ V\ \ ,E^{\circ}_{Br_2|Br^-} = +1.07\ V$$

✓ الحل || من تعبير الخلية واضح ان Mg انود و Br_2 كاثود

- $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E^{\circ}_{anode} = +2.37\ V$
- $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $E^{\circ}_{cathod} = +1.07\ V$



- $Mg + Br_2 \rightarrow\ Mg^{+2} + 2Br^-$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = +2.37 + 1.07\ \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = +3.44\ \ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
  - $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]\ [Br^-]^2}{(1)(1)}$
  - $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln(1) * (0.1)^2$
  - $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln 0.01$
  - $E_{cell} = 3.44 - (0.013 * -4.6)$
  - $E_{cell} = 3.44 - (-0.06)$
  - $E_{cell} = 3.44 + 0.06$
  - $E_{cell} = 3.50\ \ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 3.50\ V$$

$$\Delta G = -675500\ \ \ J/mol$$

❖ سؤال 4 – 30 | اذا علمت ان جهد الخلية الآتية : $Sn|Sn^{+2}(?\,M)||\,Ag^{+}(1M)|Ag$

عند درجة 25℃ يساوي $E_{cell} = 0.9992\ V$ جد تركيز ايونات

القصدير Sn^{+2} في محلول القطب

- علماً ان قطب الفضة في ظروف قياسية وجهود الاختزال القياسية هي

$$E^{\circ}_{Sn^{+2}|Sn} = -0.14V \quad , \qquad E^{\circ}_{Ag^{+2}|Ag} = +0.80\ V$$

- علماً ان $\ln 0.01 = -4.6$

✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف ان Sn انود و Ag^{+} كاثود

- $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.14$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.80$



- $Sn + 2Ag^{+} \rightarrow Sn^{+2} + 2Ag$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = +0.14 + 0.80 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = 0.94\ \ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$

○ $0.9992\ \mathrm{V} = 0.94\ \mathrm{V} - 0.013\ \mathrm{V} * \ln \frac{[Sn^{+2}]}{(1)^2}$

○ $0.9992\ \mathrm{V} - 0.94\ \mathrm{V} = -0.013\ \mathrm{V} * \ln \frac{[Sn^{+2}]}{1}$

○ $0.0592 = -0.013\ \mathrm{V} * \ln[Sn^{+2}]$

○ $\ln[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013}$

○ $\ln[Sn^{+2}] = -4.6 \quad \Rightarrow \ln[Sn^{+2}] = \ln 0.01$

○ $[Sn^{+2}] = 0.01$

❖ سؤال 4 – 26 | مامقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة حرارة 25℃

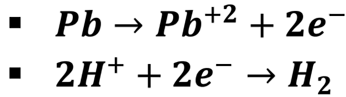
- علما ان $K_{eq} = 2.3 * 10^{4}$

وان التفاعل العام لهذه الخلية : $2H^{+}(1M) + Pb \rightarrow H_2 + Pb^{+2}(0.01M)$

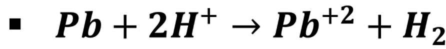
- علما ان $\ln 2.3 * 10^{4} = 10.04$

✓ الحل || نجد E°_{cell}, ثم E_{cell}, ثم ΔG

❖ من المعادلة نعرف ان Pb انود و H_2 كاثود



- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-$
- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$



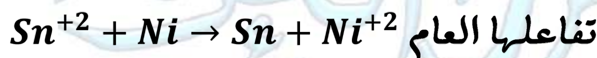
- $Pb + 2H^+ \rightarrow Pb^{+2} + H_2$
- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$
  - $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{2} \ln 2.3 * 10^4$
  - $E^\circ_{cell} = 0.013 * 10.04$
  - $E^\circ_{cell} = 0.1305\ V$

❖ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
  - $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2}$
  - $E_{cell} = 0.1305 - 0.013 * \ln \frac{0.01}{1}$
  - $E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * \ln 0.01)$
  - $E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * -4.6)$
  - $E_{cell} = 0.1305 + 0.06$
  - $E_{cell} = 0.1905$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2\ mol * 96500\ C/mol * 0.1905V$

$\Delta G = -36766.5\ \ J/mol$



❖ سؤال 4 – 27 | خلية فولتائية في درجة حرارة 25°C

تفاعلها العام $Sn^{+2} + Ni \rightarrow Sn + Ni^{+2}$

- اذا علمت ان جهد الخلية الغير قياسي يساوي $(+0.17\ V)$
- احسب تركيز ايونات النيكل علما ان قطب القصدير في ظروف قياسية

وجهود الاختزال $E^\circ_{(Sn^{+2}|Sn)} = -0.14\ V$, $E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\ V$

- علما ان $\ln 0.01 = -4.6$

✓ الحل || أنتبه قطب القصدير في ظروفه القياسية يعني تركيزة 1M

- من المعادلة نعرف Sn كاثود وNi انود





- ❖ $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$
- ❖ $Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.14\ V$



- ❖ $Sn^{+2} + Ni \rightarrow Sn + Ni^{+2}$
- ❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

  $E^\circ_{cell} = +0.25 + (-0.14) \Rightarrow E^\circ_{cell} = 0.11\ V$
- ❖ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- ○ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$
- ○ $0.17\ V = 0.11\ V - 0.013\ V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{(1)}$
- ○ $0.17\ V - 0.11\ V = -0.013\ V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{1}$
- ○ $0.06 = -0.013\ V * \ln[Ni^{+2}]$
- ○ $\ln[Ni^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013}$
- ○ $\ln[Ni^{+2}] = -4.6 \quad \Rightarrow \ln[Ni^{+2}] = \ln 0.01$
- ○ $[Ni^{+2}] = 0.01\ M$

❖ سؤال 4 – 29 | خلية كلفانية في درجة حرارة احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه $0.01\ M$ ؟

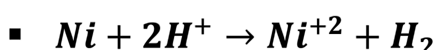
احسب الاس الهيدروجيني لمحلول قطب الهيدروجين

- اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $-48.25\ KJ/mol$
- وان جهد الاختزال لقطب النيكل القياسي $E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\ V$
- علما ان $\ln 1 = 0$

✓ الحل || هنا لم يعطي طريق نعرف منه الانود لذلك من السؤال الانود هو Ni الاقل جهد اختزال



- $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$
- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$



- $Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{+2} + H_2$
  - ❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

    $E^\circ_{cell} = +0.25 + 0.0 \Rightarrow E^\circ_{cell} = 0.25$

▪ نحول ΔG الى J ثم نحسب E_{cell} من ΔG

- $\Delta G = -nFE_{cell}$
- $\Delta G = -48.25\ KJ * 1000 = -48250J$
- $-48250 = -2 * 96500 * E_{cell}$
- $E_{cell} = -\frac{48250}{-2*96500} \Rightarrow E_{cell} = 0.25\ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^{+}]^2}$
- $0.25\ V = 0.25\ V - 0.013\ V * \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$
- $0.25\ V - 0.25\ V = -0.013\ V * \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$
- $0 = -0.013\ V * \ln \frac{0.01}{[H^{+}]}$
- $\ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = \frac{0}{-0.013}$
- $\ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 0 \Rightarrow \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = \ln 1$
- $\frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 1$
- $[H^{+}]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^{+}] = 0.1\ M$
- $PH = -\log[H^{+}]$
- $PH = -\log 1 * 10^{-}$
- $PH = -(\log 1 + \log 10^{-1})$
- $PH = -(0 + (-1))$
- $PH = 1$

❖ سؤال 4 – 40 | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ

$$E^{\circ}_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76\ V \quad , E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = 0.80\ V$$

- اجب عن ما يأتي :

1- ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي الخارصين والفضة في محاليل من الكتر وليتاتهم تركيز كل منهما $1\ M$ اي من اللوحين تقل كتلته واي منه سوف تزداد كتلته ولماذا

2- ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونه من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه $0.1\ M$

✓ الحل ||

1- من جهود الاختزال نعرف ان الاقل (Zn) انود والفضة كاثود لذلك عند عمل الخلية سوف تفقد كل ذرة Zn في الأنود الالكترونين ينتقلان عبر السلك الموصل الخارجي الى الكاثود Ag فيرسب ايونات الفضة بالتالي تقل كتلة الانود Zn وتزداد الكاثود Ag

2- ما قيمة ΔG

- قطب الخارجي قياسي يعني تركيزه $1M$



- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow Ag$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = +0.8\ V$

- $Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{+2} + Ag$

- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = 0.76 + 0.8 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = 1.56\ V$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$
- $E_{cell} = 1.56 - \left(0.013 * \ln \frac{1}{[0.1]^2}\right)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * \ln 100)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * 4.6)$
- $E_{cell} = 1.56 - 0.06$
- $E_{cell} = 1.5\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 1.5\ V$$

$$\Delta G = -289500\ \ J/mol$$

ملاحظة مهمة || اذا اعطى في السؤال قطب واحد فقط وليس خلية كاملة ويطلب جهد اختزاله القياسي او غير القياسي او يطلب تركيزه نجعل هذا القطب كاثود في معادل نيرنست وتركيز الانود يساوي واحد وتصبح معادلة نيرنست باسم القطب وليس باسم الخلية

❖ $E_{\text{القطب}} = E^{\circ}_{\text{القطب}} - \frac{0.026\,V}{n} \ln Q$

❖ **سؤال 4 – 14** | احسب جهد قطب غاز H_2 في 25°C وضغط 1atm

- اذا علمت ان PH محلولة الالكتروليتي =1
- علماً ان $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل** || من PH نجد تركيز H^+ ونجد $E_{(H^+|H)}$ من معادلة نيرنست و لا ننسى $E^{\circ}_{(H^+|H)}$ = 0.0 V

❖ $PH = 1$

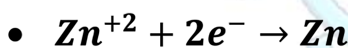
$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 0.1\ M$

❖ $E_{(H^+|H)} = E^{\circ}_{(H^+|H)} - \frac{0.026\,V}{n} \ln \frac{1}{[H^+]^2}$

$E_{(H^+|H)} = 0 - \frac{0.026\,V}{2} \ln \frac{1}{0.01}$

$E_{(H^+|H)} = -0.013 * 4.6$

$E_{(H^+|H)} = -0.0598\ V$



❖ **سؤال 4 – 21** | احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي $(-0.82\ V)$ و القياسي $(-0.76\ V)$

- علماً ان $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل** || نلاحظ ان في السؤال اعطى جهد قطب واحد لذلك نجعله كاثود وتركيز الانود=1

- $Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$

❖ $E_{Zn^{+2}|Zn} = E^{\circ}_{Zn^{+2}|Zn} - \frac{0.026\,V}{n} \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$

- $-0.82 = -0.76 - \frac{0.026\,V}{2} \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $-0.82 + 0.76 = -0.013\,V * \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $-0.06 = -0.013\,V * \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $\ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{-0.06}{-0.013}$
- $\ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = 4.6$
- $\ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \ln 100$
- $[Zn^{+2}] = \frac{1}{100} \rightarrow [Zn^{+2}] = 0.01\ M$

❖ سؤال 4 – 39 | خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار $0.0592\ V$ عن جهد القياسي

- احسب تركيز ايونات القطب حينئذ
- علما ان $\ln 100 = 4.6$

✓ الحل || نلاحظ انه اعطى قطب واحد كاثود خلية دانيال كما عرفنا سابقاً هو Cu

- نفرض ان جهد القطب القياسي = a

جهد قطب الغير قياسي انخفض بمقدار 0.0592 عن القياسي اذا اصبح = $a - 0.0592$



$$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$$

❖ $E_{Cu^{+2}|Cu} = E^{\circ}_{Cu^{+2}|Cu} - \frac{0.026\ V}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$

- $a - 0.0592 = a - \frac{0.026\ V}{2} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $a - a - 0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $-0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = 4.6$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \ln 100$
- $\frac{1}{[Cu^{+2}]} = 100 \Rightarrow [Cu^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01\ M$

❖ 4 – 8 | الخلايا الالكتروليتية

وهي الخلايا لمستهلكه للتيار الكهربائي في هذه الخلايا تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها غير تلقائية تستخدم في عملية الطلاء الكهربائي وتنقية الفلزات .

- بعض انواع الخلايا الالكتروليتية

1- خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم
2- خلايا الطلاء الكهربائي



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الخلايا الالكتروليتية ومسائل فرداى

1-خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم

تكون اقطابها مثل الكاربون او البلاتين مغمور في منصهر كلوريد الصوديوم

س/ ماهو انود وكاثود خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم ثم اكتب تفاعلاتها

- عند الكاثود حيث تختزل ايونات Na^+ فقط مكونه فلز الصوديوم



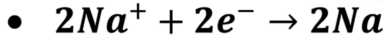
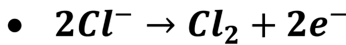
$$Na^+ + e^- \rightarrow Na$$

- وعند الانود تحدث عملية التأكسد حيث تتأكسد ايونات الكلوريد فقط Cl^- حيث يتحرر Cl_2 عند الانود



$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$

➢ ولموازنة المعادلة نضرب نصف تفاعل الاختزال الكاثود في 2 وتحذف الالكترونات من طرفي معادلات نصفي الخلية ونجمع نصفي التفاعل ليعطي التفاعل العام للخلية :


- $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$
- $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
- $2Na^+ + 2Cl^- \rightarrow 2Na + Cl_2$

➢ علل || يجب ابقاء الصوديوم مفصولا عن غاز الكلور

➢ الجواب | حتى لا يتفاعلا بشكل تلقائي لتكوين $NaCl$ مرة ثانية

❖ التحليل الكهربائي : - هي عملية يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتية غير التلقائي يحدث .

2-خلايا الطلاء الكهربائي

- تتكون الخلية من :

1- الانود :- الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضة او الذهب

2- الكاثود :- السطح المراد طلائة مثل ساعه يدوية او ملعقة طعام

3- محلول الخلية :- يكون حاوياً على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل نترات الفضة اذا كان الفلز الفضة ونترات الذهب اذا كان الفلز ذهب

- مهم :::: تعتمد جودة الطلاء على عاملين مهمين هما :

1- شدة التيار الكهربائي المستخدم تكون ضعيفة

2- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

❖ عملية الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

❖ 4 – 9 | قوانين فراداي

- استطاع العالم فراداي ان يبرهن قوانين التحليل الكهربائي والتي تنص :

➢ القانون الاول :- تتناسب طرديا كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية

➢ القانون الثاني :- تتناسب طرديا كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة

- وحتى نفهم هذه القوانين بشكل اعمق لابد ان نعرف ماهي العمليات التي تجري عند الاقطاب في الخلية الالكتروليتية

1- العمليات التي تجري عند قطب الكاثود

أ- تختزل ايونات الفلز الى ذراته عند الكاثود وتترسب عليه

ب- تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنه موجبة مثل غاز H_2 وغيره

2- العمليات التي تجري عند الانود

أ- تتأكسد الفلزات (اي تذوب في محلول) القطب اي ان الفلز يعاني ذوبان او اضمحلالاً

ب- تتحرر عند قطب الانود الغازت التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنه سالبة مثل غاز الكلور Cl_2 والاوكسجين O_2

استراحه || كلماتي

الساتر دي (السبت) علي صاير فراداي (الجمعه)

وعليه اثنينهم واني فراداي (وحدي)

اخلص نيرنست يطلع فراداي

وجهد واقطاب وانلاصت عليه

الحسابات والقوانين

$$Q = e^{-} * n$$

مجموعة n	مجموعة Q
يمكن ايجاد n من القوانين وحسب المعطيات	يمكن ايجاد Q من القوانين وحسب المعطيات

مجموعة n

يمكن ايجاد n من القوانين وحسب المعطيات

1) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}}$

2) $n = M_{mol/L} * V_L$

3) $n = \frac{V_L}{22.4\ L/mol}$

4) $n = \frac{(\text{عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات})}{\text{عدد افكادرو}}$

5) $n = \frac{PV}{RT}$

$P = atm$

$R = 0.082$

$V_L = L$

عدد افكادرو $= 6.023 * 10^{23}$

مجموعة Q

يمكن ايجاد Q من القوانين وحسب المعطيات

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

2) $Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$

$Q_{mole.e^-} =$ الكهربائية او مولات الالكترون

$I_A =$ تيار بالامبير

$t_S =$ الزمن بالثانية

e⁻ = عدد الالكترونات في المعادلة

ملاحظات مهمة

1- اذا كان المجهول Q او احد مشتقاته يجب ان يعطي معطيات نستخرج منها n

2- اذا كان المجهول n او احد مشتقاته يجب ان يعطي معطيات نستخرج منها Q

3- جميع هذه المعادلات حفظ


- معادلة ترسب الذهب $Au^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Au$


- معادلة ترسب الفضة $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$


- معادلة ترسب النحاس $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$


- معادلة تحرر الهيدروجين $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$


- معادلة تحرر الاوكسجين $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^{-}$


- ترسب فلز احادي التكافؤ $X^{+1} + 1e^{-} \rightarrow X$


- ترسب فلز ثنائي التكافؤ $X^{+2} + 2e^{-} \rightarrow X$


- ترسب فلز ثلاثي التكافؤ $X^{+3} + 3e^{-} \rightarrow X$

- انتبه | يستفاد من المعادلات اعلاه لمعرفة (e⁻) عدد الالكترونات في المعادلة

➢ خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان المجهول Q
او احد مشتقاته (t_S , I_A او عدد الالكترونات)

1- ايجاد n من قانون مناسب حسب المعطيات
2- نجد Q من $Q = n * e^-$ (n من الخطوة الاولى و e من المعادلة)
3- نضع Q في قانون المجهول ونجده

➢ خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان المجهول n او احد مشتقاته
(m_g أو $M_{g|mol}$ او عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات او V_L او $M_{mol/L}$)

1- ايجاد Q من قانون مناسب حسب المعطيات
2- ايجاد n من $Q = n * e^-$ (Q من الخطوة الاولى و e من المعادلة)
3- نضع n في قانون المجهول ونجده

- انتبه || اذا ذكر بالسؤال خليتين مربوطتين على التوالي هذا يعني لهما نفس القيمة من الكهربائية Q
- انتبه || $n_{\text{متبقية}} - n_{\text{كلية}} = n_{\text{متحللة}}$ ‏ n من الخطوة الأولى هي n الكلية
- انتبه || الكتلة الذرية للعنصر هي بمثابة الكتلة المولية له
- انتبه || اذا ذكر بالسؤال مادتين تترسب على الكاثود هذا يعني ان
$Q_{\text{مادة 2}} + Q_{\text{مادة 1}} = Q_{\text{الكلية}}$ ‏ Q من الخطوة الأولى هي Q الكلية

❖ مثال 4 – 9 | لتفاعل نصف الخلية الاتي $Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$ احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته $25A$ لفترة ساعة واحدة $(1hr)$. علما ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم تساوي 24 وماهي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

✓ الحل || المجهول هو (m_g وعدد الذرات) من مشتقات n لذلك نجد Q ثم n ثم نضع n في قانون مناسب



1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500} \Rightarrow Q = \frac{25\,A * 3600\,S}{96500}$ $\Leftarrow 1Hr = 3600\,(S)$

$Q = \frac{90000}{96500} \Rightarrow Q = 0.9\,mol.e^-$

$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$

2) $Q = n * e^- \Rightarrow n = \frac{Q}{e^-}$

$n = \frac{0.9\,mol.e^-}{2e^-} \Rightarrow n = 0.45\,mol$

3) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.45 = \frac{m_g}{24}$

$m_g = 0.45\,mol * 24\,g/mol$

$m_g = 10.8\,g$

- $n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow 0.45 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$
- $\text{عدد الذرات} = 0.45 * 6.023 * 10^{23}$

$\text{عدد الذرات} = 2.7 * 10^{23}\,atoms$



❖ تمرين 4 – 13 | ماهي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200 S ليرسب 3g من الذهب عند الكاثود الكتلة الذرية للذهب 197 ؟

✓ الحل || المجهول هو التيار I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد I_A

1) $n = \frac{m_g}{m_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{3g}{197\,g/mol} = 0.015\,mol$

$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$

2) $Q = n * e^-$

$Q = 0.015\,mol * 3\,e^- = 0.045\,mol.e^-$

3) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$0.045 = \frac{I_A * 200\,S}{96500}$

$I_A = \frac{0.045 * 96500}{200} = 21.7\,A$

❖ سؤال 4 – 18 | ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب $5\ g$ من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه $+3$ ؟ علما ان $M = 197\ g/mol$ للذهب

✓ الحل || نلاحظ ان المجهول I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد I_A



1- $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{5g}{197g/mol} = 0.025$

$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.025\ mol * 3e^-$

$Q = 0.075\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$ $\qquad t_S = 1 * 3600 = 3600\ S$

$0.075 = \frac{I_A * 3600\ S}{96500}$

$I_A = \frac{0.075 * 96500}{3600} = 2.01\ A$

❖ سؤال 4 – 31 || امرر تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $965\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ماهو وزن النحاس المترسب وما عدد ذرات النحاس علما ان الكتلة الذرية للنحاس $= 63$ ؟

✓ الحل | المجهول m_g النحاس لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نضع n في قانون مناسب لنجد وزن النحاس وعدد ذراته



1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$Q = \frac{10A * 965\ S}{96500} = 0.1\ mol.e^-$

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

2) $Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.1}{2} = 0.05\ mol$

3- نجد وزن النحاس

$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.05 = \frac{m_g}{63\ g/mol} \Rightarrow m_g = 3.15\ g$

- نجد عدد ذرات النحاس

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow 0.05 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$

$\text{عدد الذرات} = 0.05 * 6.023 * 10^{23} = 0.3 * 10^{23} atoms$

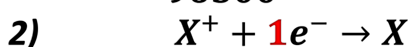
❖ **سؤال 4 – 32** | يترسب $0.648\ g$ من احد الفلزات احادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته $3A$ لمدة $3min$ و $13\ s$ في محلول احد املاح ذلك الفلز احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

✓ **الحل** || نلاحظ ان المجهول هو $M_{g/mol}$ احد مشتقات n لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نضع n في قانون مناسب لايجاد $M_{g/mol}$

$$t_s = 3 * 60 + 13\ S = 193\ s$$

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$$Q = \frac{3A * 193\ S}{96500} = 0.006\ mol.e^-$$



2) $X^+ + 1e^- \rightarrow X$

$$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.006}{1} = 0.006\ mol$$

3) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.006 = \frac{0.648}{M_{g/mol}} \Rightarrow M_{g/mol} = \frac{0.648}{0.006} = 108\ g/mol$

❖ **سؤال 4 – 10** | احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للمائي هو



$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$$

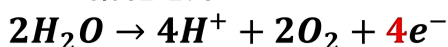
فاذا تم جمع $0.08L$ من O_2 عند $25°C$ وضغط $755\ mm.Hg$ فاحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (معلومة : $1atm = 760\ mm.Hg$)

✓ **الحل** || نجد n ثم نجد مولات الالكترون $Q\ mol.e^-$

✓ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

✓ $P_{atm} = \frac{P_{mm.Hg}}{P_{mm.Hg/atm}} \Rightarrow P_{atm} = \frac{755\ mm.Hg}{760\ mm.Hg/atm} = 0.99\ atm$

1- $n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = \frac{0.99*0.08}{0.082*298} = 0.003\ mol$



$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + 2O_2 + 4e^-$$

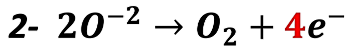
2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.003mol * 4e^-$

$Q = 0.012\ mol.e^-$

❖ سؤال 4 – 33 | احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم للاوكسجين في STP (معلومة : الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي 22.4 L)

✓ الحل || المجهول من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لإيجاد عدد الالكترونات



1- $n = \frac{V_L}{22.4\ L} \Rightarrow n = \frac{2*22.4\ L}{22.4L} = 2mol$

2- $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$

$Q = n * e^-$

$Q = 2mol * 4e^- = 8\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$

$8\ mol.e^- = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.023 * 10^{23}}$

$\text{عدد الالكترونات} = 8\ mol.e^- * 6.023 * 10^{23} = 48.16 * 10^{23}\ e^-$

ملاحظة مهمة

1- تحرير ضعف الحجم المولي (يعني الحجم المولي $(2 * 22.4\ L)$)

2- تحرير بمقدار الحجم المولي (يعني الحجم المولي $22.4\ L$)

❖ تحرير نصف الحجم المولي (يعني الحجم المولي $\frac{1}{2} * 22.4\ L$)

$n = \frac{\text{الحجم المولي}}{22.4L}$

❖ سؤال 4 – 34 | احسب شدة التيار اللازم امرارة لمدة 2hr و 520 S وخلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر $36.12 * 10^{21}$ جزئية من الهيدروجين و الاوكسجين على قطبي الخلية ؟

✓ الحل || نلاحظ ان المجهول I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لايجاد التيار I_A

- هنا اعطى عدد الجزئيات المتحررة لذرتين H و ذرة O (ثلاث ذرات) لذلك نأخذ عدد الجزئيات لذر واحدة فقط

$\text{عدد جزئيات ذرة واحدة} = 36.12 * 10^{21} \div 3 = 12.04 * 10^{21}$



1) $n = \frac{\text{عدد الجزئيات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow n = \frac{12.04*10^{21}}{6.023*10^{23}} = 0.02\ mol$

2) $2H_2O \rightarrow 4H^{+2} + O_2 + 4e^-$

$Q = n * e^-$

$Q = 0.02\ mol * 4e^- = 0.08\ mol.e^-$

$t_s = 2 * 3600\ s + 520 = 7720\ s$

❖ $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$0.08 = \frac{I_A * 7720\ S}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.08 * 96500}{7720} = 1_A$

❖ **تمرين 4 – 14** | محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزة $0.2M$ وحجمة $600ml$ امرر تيار كهربائي شدته $96.5\ A$ **احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03mol$ من ايون النحاس ؟**

✓ **الحل** || نلاحظ المجهول هو t_s من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد t_s

❖ انتبه || هنا يطلب الزمن للمولات المتحلله وليس للكلية لذلك نجد n الكلية ونطرح منه المتبقي لنحصل على (متحلل n)

- $V_L = \frac{600ml}{1000ml/L} = 0.6L$

1- $n = M_{mol/L} * V_L$

$n = 0.2 * 0.6 = 0.12mol$

$n_{متحلله} = n_{كلية} - n_{متبقية}$

$n_{متحلله} = 0.12 - 0.03 = 0.09$



$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.09 * 2 = 0.18\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$0.18 = \frac{96.5 * t_s}{96500}$

$t_s = \frac{0.18 * 96500}{96.5} = 180\ S$

❖ **سؤال 4 – 11** | يسري تيار كهربائي لفترة $3.75\ Hr$ خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحتوي الخلية الاولى على محلول $AgNO_3$ في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب $2g$من الفضة في الخلية الاولى ؟ $M\ (Ag) = 108_{g/mol}$ $M\ (cu) = 63.5_{g/mol}$

أ- ما قيمة التيار بالامبير

ب- كم عدد غرامات النحاس التي تترسب في الخلية الثانية

✓ **الحل** || الخليتين مربوطتين على التوالي لها نفس القيمة من $Q_{mol.e^-}$

1- نلاحظ ان التيار من مشتقات Qلذلك نجد n يم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لايجاد التيار I_A

- نجد Q للخلية الاولى من معطيات الخلية الاولى والتي هي تعتبر للخلية الثانية

1) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{2g}{108g/mol} = 0.0185\ mol$



2) $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$

$Q = n * e^{-}$

$Q = 0.0185\ mol * 1e^{-}$

$Q = 0.0185\ mol.e^{-}$

3) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$ $\qquad t_S = 3.75 * 3600 = 13500\ S$

$0.0185 = \frac{I_A * 13500\ S}{96500}$

$I_A = \frac{0.0185 * 96500}{13500} = 0.14\ A$



-2 نحسب عدد غرامات Cu في الخلية الثانية حيث Q هي نفسها من الخلية الاولى

1- $Q = 0.0185$

$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$

2- $n = \frac{Q}{e^{-}} \Rightarrow n = \frac{0.0185}{2} = 0.01$

3- $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.01 = \frac{m_g}{63.5 g/mol} \Rightarrow m_g = 0.635\ g$

❖ سؤال 4 – 35 | اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي $10A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم لوحظ انه خلال $9.65\ s$ ان 75% من الكهربائية قد استهلكت لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب = 197

✓ الحل || نلاحظ ان المجهول هو كتلة الذهب m_g وهي احد مشتقات n لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نضع n في قانون مناسب لإيجاد الكتلة

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$Q = \frac{10 * 9.65}{96500} \Rightarrow 0.001\ mol.e^{-}$

∵ بما ان 75% فقط استهلكت لذلك نجد Q المستهلك المصروف في ترسيب الذهب :

$Q_{مستهلك} = 0.001 * \frac{75}{100} = 75 * 10^{-5}\ mol.e^{-}$

$Au^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Au$



2) $n = \frac{Q}{e^{-}} \Rightarrow n = \frac{75*10^{-5}}{3} = 25 * 10^{-5} mol$

❖ $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 25 * 10^{-5} = \frac{m_g}{197 g/mol}$

$m_g = 25 * 10^{-5} * 197 \Rightarrow m_g = 4925 * 10^{-5} \Leftrightarrow m_g = 0.04925\ g$

❖ سؤال 4 – 36 | عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في STP احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63

✓ الحل || نلاحظ ان هناك مادتين ترسبت على الكاثود لذلك نجد كهربائية H_2 ولدينا الكهربائية الكلية ثم نجد كهربائية النحاس

1) $n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.448\ L}{22.4L/mol} = 0.02\ mol$



$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

$Q = n * e^-$

$Q = 0.02\ mol * 2e^-$

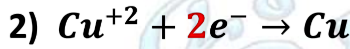
$Q = 0.04\ mol.e^-$

$Q_{الكلية} = Q_{نحاس} + Q_{هيدروجين}$

$0.2\ mol.e^- = Q_{نحاس} + 0.04\ mol.e^-$

$Q_{نحاس} = 0.20 - 0.04 = 0.16\ mol.e^-$

2) $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$



$Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$

3) $n = \frac{m_g}{M\frac{g}{mol}} \Rightarrow 0.08 = \frac{m_g}{63\frac{g}{mol}} \Rightarrow m_g = 0.08 * 63 = 5.04\ g$

❖ سؤال 4 – 38 | في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP ثم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L ؟ اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار

✓ الحل || نكتب معادلتي نصفي الخلية والمعادلة العامة للتفاعل

- $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$ انود تاكسد
- $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$ كاثود اختزال



- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ التفاعل العام

➢ في السؤال الحجم لمجموع O , H حيث نعلم ان الماء يحوي حجمين H وحجم O

- $$2H_2O \rightarrow \underset{2V}{2H_2} + \underset{V}{O_2}$$

$$0.0672 = 2V + V$$

$$3V = 0.0672$$

$$V = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$$

$$O_2 = V = 0.0224\ L$$

$$H_2 = 2V = 2 * 0.0224\ L = 0.0448\ L$$

➢ نجد شدة التيار

1- $n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.0224}{22.4} = 0.001\ mol$

$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.001\ mol * 4e^-$

$Q = 0.004\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$ $t_S = 3 * 60 + 13 = 193\ s$

$0.004 = \frac{I_A * 193}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.004 * 96500}{193} = 2\ A$

▪ 4 – 10 | البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

غالباً ما تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتصنف نوعين

1- بطاريات اولية وهي التي لا يمكن شحنها
2- بطاريات ثانوية وهي التي يمكن شحنها

اهم انواع البطاريات

1- بطارية الخزن الرصاصية 2- بطارية الخلية الجافة (خارصين -كاربون)

❖ اولاً | بطارية الخزن الرصاصية

تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارات وكثير من المعدات الكهربائية

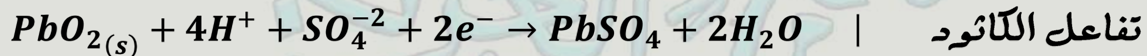
س/ مم تتكون بطارية الخزن الرصاصية اكتب تفاعلاتها ؟

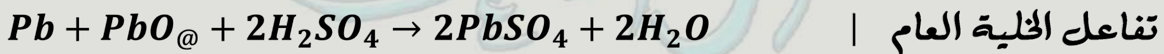
أ- مجموعة من خلايا رصاصية كلفانية جهد كل منها اكثر بقليل من (2V) حيث تتكون كل بطارية من قطبين احدهما مصنوع من مادة الرصاص يمثل الانود والاخر مصنوع من مادة اوكسيد الرصاص ويمثل كاثود ويكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي

ب- محلول الخلية هو محلول الكتروليتي من حامض الكبريتيك تتراوح كثافته عند الشحن من $1.2\ g/ml$ الى $1.3\ g/mL$

ت-ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها $6V$ او $12V$ على التوالي


تفاعل الانود | $Pb + SO_4^{-2} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^-$


تفاعل الكاثود | $PbO_{2(s)} + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$


تفاعل الخلية العام | $Pb + PbO_@ + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

س/ ماهي الية عمل بطارية الخزن الرصاصية

ج/ عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما يستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متباين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة الحامض في المحلول وما ان تتحرك السيارة حتى تنعكس تفاعلات نصف الخلية تحت تأثير الفولتية التي ينتجها المولد ويعاد انتاج H_2SO_4 ، PbO_2 ، Pb كما ويمكن اعادة شحن البطارية بامرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعه خلايا الالكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ ويستعيد الحامض كثافته

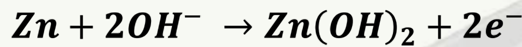
❖ ثانياً | بطارية الخلية الجافة (خارصين – كاربون) :

❖ سؤال 4 – 19 | مما يتكون انود وكاثود البطارية الجافة اكتب تفاعلاتها واذكر ميزاتها

✓ الجواب | |

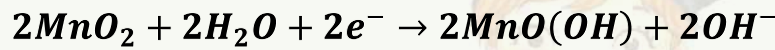
هي عباره عن وعاء خارصين يعمل كانود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl ويكون الكاثود هو الكرافيت (كاربون)

- تتأكسد ذرات الخارصين على الانود



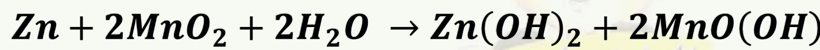
$$Zn + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

- يختزل MnO_2 على الكاثود



$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

- تفاعل الخلية العام



$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 + 2MnO(OH)$$

- مواصفاتها او ميزاتها :
  1- تعطي جهد مقداره $1.48\ V$
  2- غير قابلة للشحن
  3- تستخدم في اجهزة الراديو و الحاسوب وغيرها

تم بعون الله

انتهى الفصل الرابع

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الخامس

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل الخامس (الكيمياء التناسقية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- تسمية مركب تناسقي
2- ايجاد التكافؤ الاولي والثانوي
3- ايجاد العدد الذري الفعال للمعقد التناسقي
4- حساب التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي

اهم شي تحفظ جدول الليكندات الاحادية المخلب والثنائية المخلب (صفحة 9 وصفحة 10)كل ليكند نوعه و اسمة وصيغتة وشحنتة وذا ماحفظتهم هم تضل مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الخامس

الفصل الخامس بسيط جداً ومبسط اكثر في الملزمة

1- حفظ الفرق بين الملح المزدوج والمعقد التناسقي
2- حفظ جميع التعاريف صفحة (8) :
3- كيفية تسمية المعقدات التناسقية : عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن تسمية المعقدات
4- كيفية حساب التكافوء الاولي والثانوي : عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن حسابهما
5- كيفية حساب العدد الذري الفعال: عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن حسابهما
6- كيفية معرفة التهجين والشكل الهندسي والصفة والزخم : توجد في الملزمة ملاحظات كافية لحل هذا النوع من الاسئلة

من حبك ترى كلبي شحنته
الموجب تجذب السالب شحنته
كل ليكند حفظ اسمة وشحنته
ورمزة ومخلبة واسمة سويه

الفصل الخامس الكيمياء التناسقية

5 – 1 | مقدمة

اصبحت دراسة المركبات التناسقية او المركبات المعقدة من المجالات الرئيسية في الكيمياء اللاعضوية لما تتميز به من الوان مختلفة وخواص مغناطيسية وبنيات وتفاعلات كيميائية متعددة حيث تلعب هذه المركبات دوراً مهماً ومتزايداً في الصناعة والزراعة والطب والصيدلة وفي انتاج الطاقة النظيفة ومن المركبات المهمة في حياتنا هي الهيموكلوبين و فيتامين B_{12} والكلوروفيل .

العناصر الانتقالية :-

وهي العناصر التي تقع في الجدول الدوري بين المجموعتين IIA , IIIA وتنتهي الترتيب الكتروني لها بالغلاف الثانوي d, F مملوء جزئياً اما في حالها الحرة او في احد مركباتها .

- تقسم العناصر الانتقالية الى :-

1- عناصر مجموعة d :-

وهي العناصر الانتقالية الرئيسية وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر وتدعى بالسلاسل الانتقالية الاولى الثانية والثالثة .

2- عناصر مجموعة F :-

وهي العناصر الانتقالية الداخلية وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصر وتسمى اللانثنيدات والاكتينيدات

❖ سؤال 5 – 1 | ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة ؟

✓ الحل || تمتاز العناصر الانتقالية بخواص مشتركة اهما :-

1- لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل الى اظهار حالة تأكسد متعددة مع بعض الحالات الشاذة

2- تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارا مغناطيسية لأن العناصر الانتقالية تكون اغلفتها F , d مملوءة جزئياً لذلك تحتوي على الالكترونات المفردة تجعلها ذات صفات بارا مغناطيسية .

3- العديد من مركباتها ملونة .

4- لها ميل كبير لتكوين معقدات تناسقية .

❖ 5 – 2 | الملح المزدوج و المركب التناسقي ؟

عند مزج محلولي الملحين البسيطين المستقرين (كبريتات الامونيوم وكبريتات الحديد (II) التاليين بنسب مولية بسيطة ثم تبخير المحلول الناتج سنحصل على حبيبات مركب جديد يدعى مركب اضافة كما في المعادلة ادناه



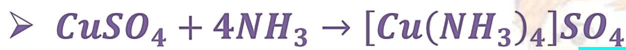
$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \rightarrow FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$$

وعند اذابة كبريتات النحاس $CuSO_4$ في مذيب معين واضافة الامونيا الية نحصل على مركب الاضافة الاتي :



➢ $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow CuSO_4.4NH_3$

او



➢ $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$

❖ وعلية يمكن تقسيم مركبات الاضافة الى قسمين :

❖ سؤال 5 – 2 | ما هو الفرق بين الملح المزدوج وبين المركبات المعقدة ؟

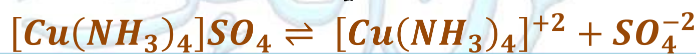
❖ الجواب ||

1- الملح المزدوج :-

هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثل ملح مور $FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ حيث عند اذابته في الماء فانه يعطي كشف لل $(Fe$ و SO_4 و $NH_4)$ ويمكن الكشف عنها باستخدام الطرق الشائعة

2- المركب التناسقي :-

هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث ان الصفات المستقلة لبعض الايونات تختفي مثل المركب التناسقي $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ فانه عند اذابته في الماء يعطي فقط كشف عن ايون SO_4^{-2}



$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{+2} + SO_4^{-2}$$

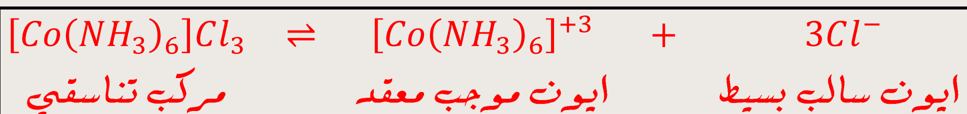
▪ ملاحظة || يكون المركب التناسقي نوعين :

1- مركب تناسقي مكون من ايون سالب معقد + ايون موجب بسيط



$K_3[Fe(CN)_6]$	$\rightleftharpoons$	$3K^+$	+	$[Fe(CN)_6]^{-3}$
مركب تناسقي		ايون موجب بسيط		ايون سالب معقد

2- مركب تناسقي مكون من ايون سالب بسيط + ايون موجب معقد



$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	$\rightleftharpoons$	$[Co(NH_3)_6]^{+3}$	+	$3Cl^-$
مركب تناسقي		ايون موجب معقد		ايون سالب بسيط

✚ انتبه || الايون البسيط دائما خارج اقواس التناسق [ ]

❖ مثال 5 – 1 | وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2SO_4$ كملح مزدوج بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

❖ الحل || لان المركب $Fe(NH_4)_2SO_4$ هو ملح مور فعند اذابته في الماء فانه يعطي كافة ايوناته في المحلول NH_4^{+2} , SO_4^{-2} , Fe^{+2} ويمكن الكشف عنها بالطرق الشائعة

لذلك يصنف كملح مزدوج

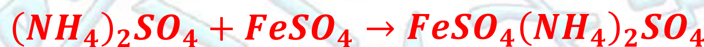
اما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ فعند اذابته في الماء فانه لا يعطي كشف عن كافة ايوناته في المحلول $K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$

حيث يعطي كشف K^+ فقط ولا يعطي كشف ل (CN^- , Fe^{+3})

لذلك يصنف كمركب تناسقي

❖ سؤال 5 – 3 | عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المحلول الناتج يعطي كشف لأيون Fe^{+2} بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1:4 فأن المحلول الناتج لا يعطي كشف لأيون Cu^{+2} وضح ذلك

❖ الحل || عند مزج $FeSO_4$ مع $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج هو ملح مور حيث عند اذابة في الماء يعطي كشف لكافة ايوناته NH_4^{+2} , SO_4^{-2} , Fe^{+2}



$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \rightarrow FeSO_4(NH_4)_2SO_4$$

اما عند مزج $CuSO_4$ مع NH_3 بنسبة مولية 1:4 فأن المركب الناتج هو معقد تناسقي لا يعطي كشف عن كافة ايوناته حيث يعطي كشف فقط لـ SO_4^{-2} ولا يعطي ل Cu , NH_4^+



$$CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

❖ 5 – 3 | تطور الكيمياء التناسقية .

بعد تحضير المركب كلوريد سداسي امين الكوبلت (III) $CoCl_3.6NH_3$ في عام 1798 البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية وقد اثار تحضير هذا المركب اهتماماً كبيراً لما له من صفات فريدة كان من الضروري تفسيرها فكيف يمكن لهذا المركب $CoCl_3$ ان يتحد مع الامونيا وكلاهما مركبات مستقرات ولهما تكافؤ مشبع لتكوين مركب اخر مستقر. ولتفسير ذلك ظهرت عدة نظريات الا ان مصيرها الاهمال لأنها لم تتمكن من تفسير النتائج العلمية ومن هذه النظريات :

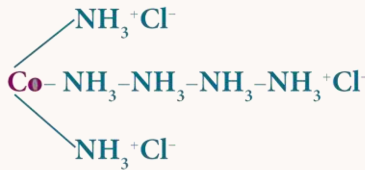
- **نظرية السلسلة** (تعريف)

افترضت من قبل احد العلماء في السويد الذي انتهج نفس المفهوم الذي عرف عن تكوين سلاسل بين ذرات الكاربون في الكيمياء العضوية ونظراً للاعتقاد السائد في ذلك الوقت عن وجود نوع واحد من التكافؤ فقد اقترح هذا العالم ان الكوبلت (III) يكون ثلاث اواصر فقط في معقداته ولذلك استعملت بنية السلسلة

لبيان كيفية ارتباط جزيئات الامونيا بالمركبات الاتية

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.6NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

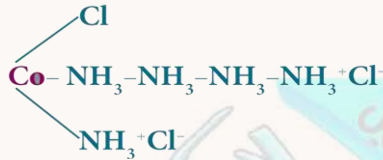
الجواب: المركب $CoCl_3.6NH_3$



نلاحظ ان ايونات الكلوريد غير مرتبطة بالكوبلت مباشرة ولذلك عند اضافة نترات الفضة تترسب 3 من ايونات الكلوريد

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.5NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

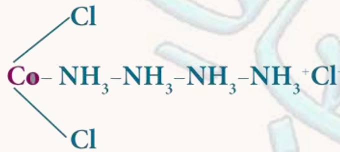
الجواب: المركب $CoCl_3.5NH_3$



نلاحظ ان ايون واحد من الكلوريد مرتبط بالكوبلت مباشرة لذلك عند اضافة نترات الفضة الى المركب تترسب 2 من ايونات الكلوريد

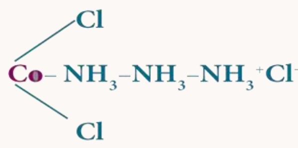
س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.4NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

الجواب: المركب $CoCl_3.4NH_3$



نلاحظ ان 2 من ايونات الكلوريد مرتبطة مباشرة بالكوبلت لذلك عند اضافة نترات الفضة الى المركب تترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.4NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه



الجواب: المركب $CoCl_3.3NH_3$

نلاحظ ان 2 من ايونات الكلوريد مرتبطة بالكوبلت مباشرة لذلك من المفروض عن اضافة نترات الفضة يترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد لكنه وجد علمياً انه لا يترسب ولا ايون عند اضافة نترات الفضة وهذا هو سبب فشل نظرية السلسلة

▪ أنتبه | نظرية السلسلة تكول ايون الكلوريد الي ما مرتبط مباشرة بالكوبلت هو الي يترسب من نظيف له نترات الفضة

نظرية فرنر التناسقية

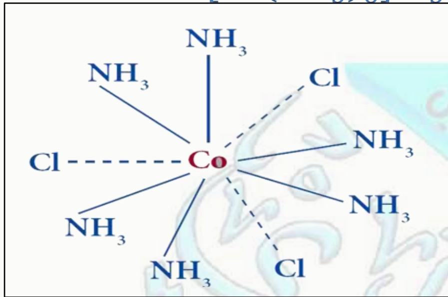
استنبط فرنر نظريته والتي اصبحت لاحقاً اساساً للنظريات الحديثة بالاعتماد على الفرضيات الاتية :

1- تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ تكافؤ اولي (................) والذي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي (________) ويعرف بالعدد التناسقي .
2- يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد الى اشباع كلا التكافؤين .
3- تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابته في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي .

مثل فرنر التآصر بين الكوبلت وبين ايونات الكلوريد وجزيئات الامونيا للمركبات الاتية

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.6NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

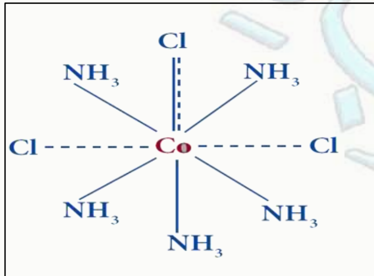
الجواب: المركب $CoCl_3.6NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_6]Cl_3$



حيث نلاحظ ان الكوبلت 3+ قد اشبع تكافؤاته الاولية بثلاث ايونات كلوريد اما تكافؤه الثاني فيشبع من قبل جزئيات الامونيا السته لذلك عند اضافة نترات الفضة للمركب تترسب ثلاث من ايونات الكلوريد

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.5NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

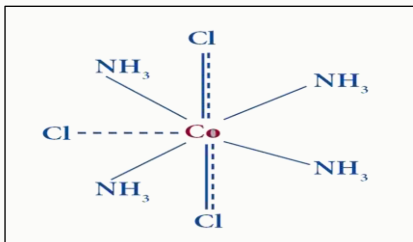
الجواب: المركب $CoCl_3.5NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$



نلاحظ ان الكوبلت 3+ اشبع تكافؤه الاولي 2 من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثانوي بخمس جزئيات امونيا لذلك عند اضافة نترات الفضة اليه تترسب 2 من ايونات الكلوريد

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.4NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

الجواب: المركب $CoCl_3.4NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$

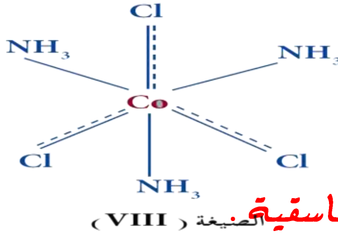


حيث نلاحظ ان الكوبلت 3+ اشبع تكافؤه الاولي بأيون واحد من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثانوي بأربع جزئيات امونيا و 2 من ايونات الكلوريد لذلك عند اضافة نترات الفضة اليه يترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد

س/ وضح كيفية الترابط بالمركب $CoCl_3.6NH_3$ وماذا يحدث عند اضافة نترات الفضة اليه

الجواب: المركب $CoCl_3.3NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

حيث نلاحظ ان هذا المركب لا يعطي راسب عند اضافة نترات الفضة اليه وان سبب عدم ترسيب ايونات الكلوريد هو ارتباط جميع ايونات الكلوريد بالتكافؤ الثاني



- وقد بينت النتائج العملية صحة ادعاء نظرية فرنر التناسقية

انتبه | نظرية فرنر تقول الكلوريد الي مرتبط بتكافؤ الاولي (..............) يترسب والي مرتبط بتكافؤ ثانوي (__________) لا يترسب عند اضافة نترات الفضة اليه .

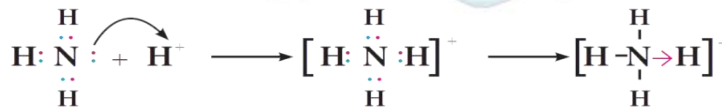
حوامض وقواعد لويس

يمثل كل من جزء الميثان CH_4 وجزيء الامونيا NH_3 على وفق رمز لويس



يظهر رمز لويس لكل من جزئية الميثان و الامونيا ان هناك نقطة اختلاف جوهرية مهمة جدا بينهما وهي وجود مزدوج الكتروني على ذرة النتروجين لا تشترك في تكوين اصرة مع ذرة الهيدروجين مما يجعل جزيء الامونيا ذا قابلية للتفاعل مع ذرات اخرى عن طريق اشراك هذا المزدوج الالكتروني تسمى الاصرة المتكونة نتيجة الاشتراك مزدوج الكتروني مع ذرة تمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقباله بالأصرة التناسقية ويعبر عنها بسهم → يتجة من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبلة

- كما هو في تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب H



- كما يمكن للأمونيا اشراك هذا المزدوج الالكتروني مع مركبات اخرى اضافة لأيون الهيدروجين كما في معقد امين الفلز



$$Ag^+ + 2:NH_3 \rightarrow [H_3N:Ag:NH_3]^+$$



$$Cu^{2+} + 4\ :NH_3 \longrightarrow [H_3N:Cu(NH_3)_2:NH_3]^{2+}$$

س/ علل تعتبر الليكندات قواعد لويس والذرة المركزية حامض لويس ؟ اذكر مثال يوضح ذلك

الجواب|| الليكندات قواعد لويس لانها لها القابلية على هبة زوج الكتروني او كثر .. اما الذرة المركزية تعتبر حامض لويس لان لها القابلية على اكتساب مزدوج الكتروني



$$Ag^{+} + 2:NH_3 \rightarrow [H_3N:Ag:NH_3]^{+}$$



$$Cu^{2+} + 4\ :NH_3 \longrightarrow [H_3N:\underset{NH_3}{\overset{NH_3}{Cu}}:NH_3]^{2+}$$

- هناك عدة مصطلحات خاصة بالمركبات التناسقية (جميع هذه التعاريف واردة وزاري)

1- الليكند :- هو جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحده او اكثر مانحة للمزدوجات الالكترونية . وعندما يهب مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخالب

2- الايون المركزي :- هو عباره عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ويرتبط بالليكند باصرة تناسقية

المعقد التناسقي :- هو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة اواصر تناسقية .

3- عدد التناسق :- هو عدد الجزيئات او الايونات (الليكندات) التي ترتبط بالأيون المركزي مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية.

4- الايون المعقد :- هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة يتكون من ذرة مركزية وعدد مناسب من الليكندات وتكون الذرة المركزية موجبة او متعادلة او سالبة (نادراً) اما الليكندات فقد تكون موجبة او سالبة او متعادلة

5- معقد متعادل :- هو المعقد الذي لا يحمل شحنة و لا يتأين بالماء



مثل $[Ni(CO)_4]$, $[Ni(dmg)_2]$

6- مجال التناسق :- هي عباره عن اقواس مربعة [ ] يكون بداخلها الفلز المركزي و الليكندات (الجزء الغير متأين) اما خارج مجال التناسق يسمى(الجزء المتأين)

7- الكيمياء التناسقية :- هو ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية يهتم بدراسة المركبات التناسقية وصفاتها

❖ 5 – 4| انواع الليكندات

1- ليكندات احادية المخلب :- هي عباره عن ايونات سالبة او جزئيات متعادلة قادره على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب .

2- ليكندات ثنائية المخلب :- هي عباره عن ايونات او جزئيات لها القدره على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحده مثل الاوكزالات $C_2O_4^{-2}$, (en) اثلين ثنائي امين

3- الليكندات متعددة المخلب :- هي ليكندات معقده تحتوي ثلاث او اربع واحيانا اكثر من الذرات القادرة على المساهمه في بناء الاواصر التناسقية حيث ترتبط في موقعين او اكثر وتسمى (الليكندات الكليتية)

ملاحظة مهمة ||

- الليكندات الاحادية المخلب تهب مزدوج الكتروني واحد $(2e^-)$
- الليكندات ثنائية المخلب تهب مزدوجين الكترونين $(4e^-)$

جدول مهم جداً (حفظ)

الليكندات الاحادية المخلب

ت	اسم الليكند	صيغته	شحنته
.1	كلورو	Cl	-1
.2	برومو	Br	-1
.3	يودو	I	-1
.4	سيانو	CN	-1
.5	خلاتو	CH_3COO^-	-1
.6	ثايوسيانو	SCN	-1
.7	ازيدو	N_3	-1
.8	نتريتو	NO_2	-1
.9	امين	NH_3	0
.10	نايتروسيل	NO	0
.11	اكوا	H_2O	0
.12	بريدين	C_5H_5N	0
.13	كاربونيل	CO	0

الليكندات ثنائية المخلب

.1	اثلين ثنائي امين en	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	0
.2	هايدرازين	NH_2NH_2	0
.3	نتراتو	NO_3	-1
.4	داي ثنائي مثيل كلايكسيماتو	dmg	-1
.5	اوكزاليتو	C_2O_4	-2
.6	كاربونيتو	CO_3	-2

❖ **انتبه** | اي مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط يصير خارج اقواس التناسق وايون معقد يصير داخل اقواس التناسق [ايون معقد]

❖ الايون المعقد يتكون من [ليكند او اكثر و ذرة مركزية]

دائما ثابت مكان الذرة المركزية هنا

❖ **انتبه** | فائدة الايون البسيط في حساب التكافؤ هو معرفة شحنة الايون المعقد

❖ **ملاحظة** | قبل الدخول الى حساب التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للذرة المركزية كما قلنا ان المركب التناسقي يتكون من ايون بسيط خارج اقواس التناسق وايون المعقد داخل اقواس التناسق [ ] فائدة الايون البسيط معرفة شحنة الأيون المعقد من خلاله لان **شحنة الأيون البسيط= شحنة الأيون المعقد**

لكن عكس الاشارة

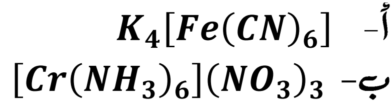
- **مثال** | $Al[Fe(CN)_6]$ نحن نعرف ان ايون البسيط Al شحنته =+3
هذا يعني ان الايون المعقد $[Fe(CN)_6]$ شحنته =-3
- **مثال اخر** | $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$
نعرف ان Cl = -1 ⇐ $-2 = Cl_2$ → شحنة الايون البسيط
هذا يعني ان الايون المعقد $[Ni(NH_3)_6]$ شحنته = +2

الحلوة موشرط تربي مخالب
ترى السعلوة هم عدهه مخالب
الليكند اذا احادي المخالب
الكترونين ينطي وهاي هيه

ملاحظة مهمة جداً

- التكافؤ الاولي = عدد تكافؤ الذرة المركزية (الفلز المركزي)
- التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = عدد جزئيات الليكند * عدد مخالب الليكند.

- **مثال 5 – 2** | ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبين الآتيين :

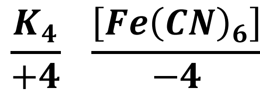


أ- $K_4[Fe(CN)_6]$

ب- $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$

✓ **الحل ||**

أ- نلاحظ ان الايون البسيط K شحنته $+1 =$ ∴ $+4 = K_4$ ∴ الايون المعقد $= -4$



$$\frac{K_4}{+4} \quad \frac{[Fe(CN)_6]}{-4}$$

$$Fe + \;-1 * 6 = -4$$

$$Fe - 6 = -4 \Rightarrow Fe = 6 - 4 \Rightarrow +2$$

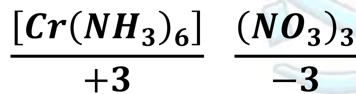
- **التكافؤ الاولي $= +2$**
- التكافؤ الثانوي = عدد جزئيات الليكند * عدد مخالب الليكند

$=$ 6 x 1 $=$ 6

- **التكافؤ الثانوي = 6**

....

ب- نلاحظ ان $NO_3 = -1$ ∴ $(NO_3)_3 = -3$ ∴ الايون المعقد $= +3$



$$\frac{[Cr(NH_3)_6]}{+3} \quad \frac{(NO_3)_3}{-3}$$

$$[Cr(NH_3)_6]^{+3}$$

$$Cr + 0 * 6 = +3 \Rightarrow Cr = +3$$

- **التكافؤ الاولي $= +3$**
- التكافؤ الثانوي = عدد جزئيات الليكند * عدد مخالب الليكند

$$6 = 1 * 6$$

- **التكافؤ الثانوي = 6**

❖ تمرين 5 – 1 | كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

✓ الحل || ايون البوتاسيوم $= +1 \quad \therefore \quad K_3 = +3$

$$\underline{K_3} \quad \underline{[Fe(CN)_6]}$$
$$+3 \qquad -3$$
$$Fe + (-1) * 6 = -3$$
$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

- التكافؤ الاولي $= +3$
- التكافؤ الثانوي = عدد جزيئات الليكند x عدد مخالبه

$$6 = 1 * 6$$

❖ سؤال 5 – 5 | ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي للحديد) في المركبات الاتية :

1- $[Fe(CO)_5]$
2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$
3- $K_3[Fe(CN)_6]$
4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

✓ الحل ||

1- $[Fe(CO)_5]$

- التكافؤ الاولي = تكافؤ الفلز المركزي Fe

$$Fe + 0 * 5 = 0 \quad \Rightarrow Fe = 0$$

- التكافؤ الاولي $= 0$

2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$

$$Fe + (-2 * 3) = -3$$
$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

- التكافؤ الاولي $= +3$

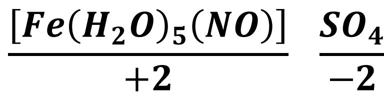
3- $K_3[Fe(CN)_6]$ | $K = +1 \Rightarrow K_3 = +3$

$$\underline{K_3} \quad \underline{[Fe(CN)_6]}$$
$$+3 \qquad -3$$
$$[Fe(CN)_6]^{-3}$$
$$Fe + (-1) * 6 = -3$$
$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

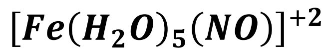
- التكافؤ الاولي $= +3$



4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$ | الايون البسيط $SO_4 = -2$



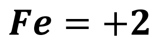
$$\frac{[Fe(H_2O)_5(NO)]}{+2} \quad \frac{SO_4}{-2}$$



$$[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$$



$$Fe + (0 * 5) + (0 * 1) = +2$$



$$Fe = +2$$

- التكافؤ الاولي = $+2$

❖ 5 – 5 | قاعدة العدد الذري الفعال EAN

- هو مجموع عدد الالكترونات على الذرة المركزية (الفلز المركزي) والممنوحة من الليكند

- ملاحظات | |

1- تنطبق المركبات التناسقية على قاعدة العدد الذري الفعال اذا كانت مجموع الالكترونات التي تحيط بالفلز المركزي تساوي العدد الذري للغازات النبيلة (Rn_{86} , Xe_{54} , Kr_{36})

2- الليكندات احادية المخلب تعطي $2e^-$

3- الليكندات ثنائية المخلب تعطي $4e^-$

❖ خطوات الحل :

1- نجد عدد تكافؤ الفلز المركزي

2- نطرح الكترونات من العدد الذري للفلز المركزي بقدر تكافؤ الفلز

3- نحسب الالكترونات الممنوحة من الليكند :

أ- اذا كان الليكند احادي ⟸ عدد الالكترونات = $2e^-$ * عدد جزئيات الليكند

ب- اذا كان الليكند ثنائي ⟸ عدد الالكترونات = $4e^-$ * عدد جزئيات الليكند

4- نجمع الالكترونات من الفلز المركزي مع الالكترونات الممنوحة من الليكند حيث اذا كان مجموع الالكترونات يساوي احد العدد الذري للغازات (Rn_{86} , Xe_{54} , Kr_{36})

نقول ان المعقد التناسقي ينطبق على قاعدة العدد الذري الفعال (المعقد مستقر)

❖ **مثال 5 − 3** | ما العدد الذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{+3}$
وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ علماً ان العدد الذري للكوبلت 27

✓ **الحل ||**

$[Co(NH_3)_6]^{+3}$



1) $Co + (0 * 6) = +3 \Rightarrow Co = +3$
2) $Co = 27e^- \Rightarrow Co^{+3} = 24e^-$
3) $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
4) $24e^- + 12e^- = 36e^-$

- العدد الذري الفعال = 36
- ∴ يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب مستقر)

❖ **مثال 5 − 4** | ما العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{-2}$
وهل تنطبق قاعدة EAN علية ؟ علماً ان العدد الذري للكوبلت = 27

✓ **الحل ||**

1) $Co + (-1) * 4 = -2 \Rightarrow Co = 4 - 2 = +2$
2) $Co = 27e^- \Rightarrow Co^{+2} = 25e^-$
3) $4Cl^- = 4 * 2e^- = 8e^-$
4) $25e^- + 8e^- = 33e^-$

- العدد الذري الفعال = 33
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال

❖ **تمرين 5 − 2** | احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة الذري الفعال $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$, $[Fe(CN)_6]^{-3}$, $[Ni(en)_3]^{+2}$
علماً ان Ni = 28 , Pd = 46 , Fe = 26

✓ **الحل ||** $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$

1) $Pd + 0 * 6 = +4 \Rightarrow Pd = +4 \Rightarrow Pd^{+4}$
2) $Pd = 46e^- \Rightarrow Pd^{+4} = 42e^-$
3) $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
4) $42e^- + 12e^- = 54e^-$

- العدد الذري الفعال = 54
- ∴ يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب مستقر)


▪ $[Fe(CN)_6]^{-3}$

1- $Fe + (-1) * 6 = -3 \Rightarrow Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$

2- $Fe = 26e^- \Rightarrow Fe^{+3} = 23e^-$

3- $6CN^- = 6 * 2 = 12e^-$

4- $23e^- + 12e^- = 35e^-$

- العدد الذري الفعال = 35
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)


$[Ni(en)_3]^{+2}$

1- $Ni + (0 * 3) = +2 \Rightarrow Ni = +2 \Rightarrow Ni^{+2}$

2- $Ni = 28e^- \Rightarrow Ni^{+2} = 26e^-$

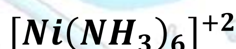
3- $3en = 3 * 4 = 12e^-$

4- $26e^- + 12e^- = 38e^-$

- العدد الذري الفعال = 38
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)

❖ تمرين 5 − 3 | ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$, $[Ag(NH_3)_4]^{+1}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليهم ؟ علماً ان العدد الذري $Ag = 47$, $Ni = 28$

✓ الحل | |


$[Ni(NH_3)_6]^{+2}$

1) $Ni + (0) * 6 = +2 \Rightarrow Ni = +2 \Rightarrow Ni^{+2}$

2) $Ni = 28e^- \Rightarrow Ni^{+2} = 26e^-$

3) $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$

4) $26e^- + 12e^- = 38e^-$

- العدد الذري الفعال = 38
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)


$[Ag(NH_3)_4]^{+1}$

1) $Ag + (0 * 4) = +1 \Rightarrow Ag = +1 \Rightarrow Ag^{+1}$

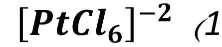
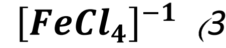
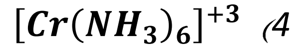
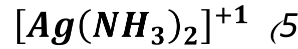
2) $Ag = 47e^- \Rightarrow Ag^{+1} = 46e^-$

3) $4NH_3 = 4 * 2 = 8e^-$

4) $46e^- + 8e^- = 54e^-$

- العدد الذري الفعال = 54
- ∴ يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب مستقر)

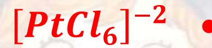
❖ سؤال 5 – 4 | عرف العدد الذري الفعال ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الاتية :

1)  $[PtCl_6]^{-2}$
2)  $[Pt(NH_3)_6]$
3)  $[FeCl_4]^{-1}$
4)  $[Cr(NH_3)_6]^{+3}$
5)  $[Ag(NH_3)_2]^{+1}$

▪ علماً ان $Pt = 78$, $Fe = 26$, $Cr = 24$, $Ag = 47$

✓ الحل ||

❖ العدد الذري الفعال : هو مجمع عدد الالكترونات على الذرة المركزية (الفلز المركزي) والممنوحة من الليكند

•  $[PtCl_6]^{-2}$

1) $Pt + (-1) * 6 = -2 \Rightarrow Pt - 6 = -2 \Rightarrow Pt = 6 - 2 = +4$
2) $Pt = 78e^- \Rightarrow Pt^{+4} = 74e^-$
3) $6Cl^- = 6 * 2e^- = 12e^-$
4) $74e^- + 12e^- = 86e^-$

▪ العدد الذري الفعال = 86
▪ ∴ يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب مستقر)

•  $[Pt(NH_3)_6]$

1- $Pt + (0 * 6) = 0 \Rightarrow Pt = 0 \Rightarrow Pt^0$
2- $Pt = 78e^- \Rightarrow Pt^0 = 78e^-$
3- $6NH_3 = 6 * 2 = 12e^-$
4- $78e^- + 12e^- = 90e^-$

▪ العدد الذري الفعال = 90
▪ ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)

•  $[FeCl_4]^{-1}$

1) $Fe + (-1 * 4) = -1 \Rightarrow Fe - 4 = -1 \Rightarrow Fe = 4 - 1 = +3 \Rightarrow Fe^{+3}$
2) $Fe = 26e^- \Rightarrow Fe^{+3} = 23e^-$
3) $4Cl^- = 4 * 2e^- = 8e^-$
4) $23e^- + 8e^- = 31e^-$

▪ العدد الذري الفعال = 31
▪ ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)


$[Cr(NH_3)_6]^{+3}$

1) $Cr + (0 * 6) = +3 \Rightarrow Cr = +3 \Rightarrow Cr^{+3}$
2) $Cr = 24e^- \Rightarrow Cr^{+3} = 21e^-$
3) $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
4) $21e^- + 12e^- = 33e^-$

- العدد الذري الفعال = 33
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)


$[Ag(NH_3)_2]^{+1}$

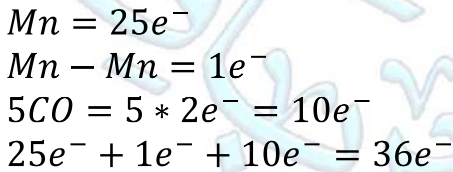
1- $Ag + (0 * 2) = +1 \Rightarrow Ag = +1 \Rightarrow Ag^{+1}$
2- $Ag = 47e^- \Rightarrow Ag^{+1} = 46e^-$
3- $2NH_3 = 2 * 2e^- = 4e^-$
4- $46e^- + 4e^- = 50e^-$

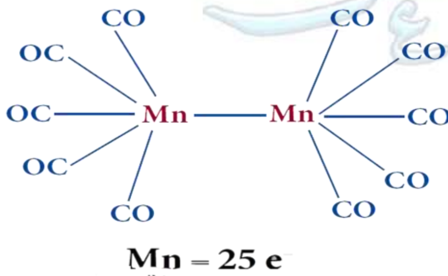
- العدد الذري الفعال = 50
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال (المركب غير مستقر)

- **ملاحظة ||** هناك معقدات تتواجد بشكل مزدوجات جزئية او متعددة الجزئيات مثل

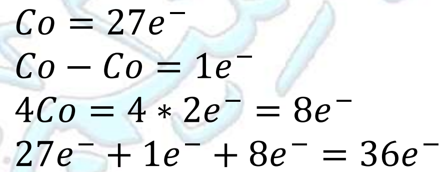

$[Co_2(CO)_8]$, $[Mn_2(CO)_{10}]$

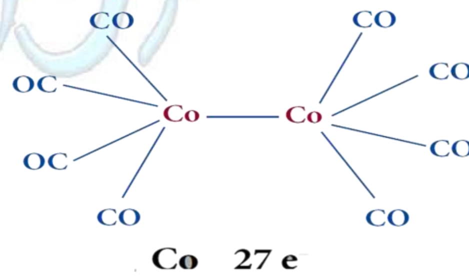
- وفي هذه الحالة يكون حساب العدد الذري الفعال لهذا المعقدات كالآتي :


$Mn = 25e^-$
$Mn - Mn = 1e^-$
$5CO = 5 * 2e^- = 10e^-$
$25e^- + 1e^- + 10e^- = 36e^-$



Mn = 25 e


$Co = 27e^-$
$Co - Co = 1e^-$
$4Co = 4 * 2e^- = 8e^-$
$27e^- + 1e^- + 8e^- = 36e^-$



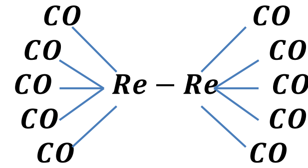
Co 27 e

ملاحظة || في مثل هذه المعقدات توجد الذرة المركزية بشكل جزئية (فلزين مركزين) نقسم عدد الليكندات على الفلزين المركزين بحيث ياخذ كل فلز مركزي نفس العدد من الليكندات ونحسب العدد الذري لفلز مركزي واحد كما تعلمنا سابقاً مع اضافة الكترون $(1e^-)$ قادم من الاصرة (فلز – فلز)

❖ تمرين 5 – 4 | احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$

ثم بين هل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ علماً ان $Re = 75$

✓ الحل ||



1) $Re_2 + 0 * 10 = 0 \rightarrow Re_2 = 0 \rightarrow Re = 0$
2) $Re = 75e^-$
3) $Re - Re = 1e^-$
4) $5CO = 5 * 2e^- = 10e^-$
5) $75e^- + 1e^- + 10e^- = 86e^-$

❖ العدد الذري الفعال = 86

❖ ∴ تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال

❖ 5 – 6 | تسمية المركبات التناسقية :

➢ يتم تسمية المركبات التناسقية حسب نظام IUPAC وكما يأتي :

1- عند تسمية المركب التناسقية تكون التسمية من اليمين الى اليسار

2- يسمى الايون البسيط باسمه الشائع والمعروف من غير ذكر عدد الجزيئات
(الايون البسيط خارج اقواس التناسق [ ])

3- تسمى الليكندات قبل الفلز المركزي وفي حال جود اكثر من ليكند فانها تذكر حسب الترتيب الابجدي الانكليزي (..... A, B, C)

4- تستعمل البادئات ثنائي وثلاثي ورباعي قبل اسم الليكند وحسب عدد جزيئاته اما الليكندات ($C_2O_4^{-2}$, dmg^- , en) تستعمل البادئات بس (ثنائي) وترس (ثلاثي) قبل اسم الليكند وحسب عدد جزيئاته

5- يعبر عن حالة التأكسد للذرة المركزية بالارقام الرومانية (....... , 0 , I , II , III , IV) وتحصر بين قوسين بعد اسم الفلز مباشرةً

6- عندما يكون الايون المعقد سالب $[\quad]^-$ يضاف المقطع (آت) الى اسم الفلز المركزي
باستثناء (الحديد يكون فيرات و الرصاص يكون بلمبات)

اما اذا كان الايون المعقد موجب $[\quad]^+$ او متعادل $[\quad]$ يسمى الفلز بدون المقطع (آت)

7- اذا كان المطلوب تسمية الايون المعقد فقط [ ] وكان يحمل شحنة موجبة او سالبة يذكر اسم ايون قبل التسمية ونسمي بالتسلسل من اليمين الى اليسار

➢ امثلة ||

- $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ كلوريد سداسي امين الكروم (III)
- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)
- $[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$ كبريتات ثنائي كلورو بس اثلين ثنائي امين الكوبلت (III)
- $[Ni(CO)_4]$ رباعي كاربونيل نيكل (0)
- $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ كبريتات سداسي اكوا الحديد (II)
- $Ca_2[Fe(CN)_6]$ سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

❖ تمرين 5 – 5 | سم المعقدات الاتية :

1. كلوريد خماسي امين اكوا الكوبلت (III) $[Co(NH_3)_5H_2O]\ Cl_3$
2. رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات (I) الصوديوم $Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$
3. سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم $K_2[PtCl_6]$
4. نترات سداسي امين الكروم (III) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$
5. كلوريد بس (اثلين ثنائي امين) النحاس (II) $[Cu(en)_2]Cl_2$
6. سداسي ثايو سيانو كرومات (IV) الامونيوم $(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$

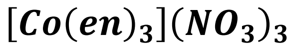
❖ سؤال 5 – 6 | سم المركبات المعقدة الاتية :

✓ الحل ||

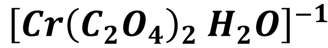
➢ ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II) $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$
➢ خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
➢ كبريتات خماسي امين ازيدو كوبلت (III) $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
➢ رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم $K_4[Ni(CN)_4]$
➢ ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+1}$
➢ ايون ثنائي كلورو بس (اثلين ثنائي امين) النيكل (IV) $[Ni(en)_2Cl_2]^{+2}$
➢ ثلاثي امين ثلاثي نتريتو الكوبلت (III) $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
➢ سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم $K_2[PtCl_6]$

اليحب ولهان بالفطرة نسمي — وبسم الله اذا انشوفه نسمي — المعقد انتبه لمن نسمي
من اليمنه الى اليسرى تسلسل — واذا ماضابط الليكند تسل تسل — كلبي ابحبك اتشبك تسلسل
معقد انته واسمك شع عليه

❖ سؤال 5 – 7 | اكتب الصيغة التركيبية للمركبات التناسقية الاتية :

1) نترات ترس (اثلين ثنائي امين) كوبلت (III)  $[Co(en)_3](NO_3)_3$

2) رباعي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم  $K_4[Ni(CN)_4]$

3) ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III)  $[Cr(C_2O_4)_2\ H_2O]^{-1}$

4) رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم  $K_2[NiCl_4]$

5) رباعي كلورو مانغنات (II) بوتاسيوم  $K_2[MnCl_4]$

6) كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III)  $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

7) رباعي كاربونيل نيكل (0)  $[Ni(CO)_4]$

8) ايون (اثلين ثنائي امين) رباعي يودو كرومات (III)  $[Cr(en)I_4]^{-1}$

9) ايون اكوا سيانو بس (اثلين ثنائي امين) الكوبلت (III)  $[Co(en)_2(CN)H_2O]^{+2}$

10) ايون رباعي امين نحاس (II)

 $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$

5 – 7 | نظريات التآصر في المركبات التناسقية :

- بعد نظرية السلسلة ونظرية فرنر التناسقية جاءت ثلاث نظريات تستعمل في الوقت الحاضر لوصف طبيعية التآصر في المعقدات التناسقية هي :

1- نظرية اصرة التكافؤ VBT

2- نظرية المجال البلوري CFT

3- نظرية الاوربيتال الجزيئي MOT

- سنقوم في هذه المرحلة الدراسية بشرح مبسط لنظرية اصرة التكافؤ فقط .

➢ نظرية آصرة التكافؤ VBT:

يعد تكوين المعقدات التناسقية حسب هذه النظرية تفاعلاً بين قاعدة لويس (الليكند) وحامض لويس (الفلز) مع تكوين اصرة تناسقية بين الليكند و الفلز وسنقوم بتطبيق هذه النظرية على المركبات التناسقية ذات الاعداد التناسقية 4, 3, 2 فقط

❖ **ملاحظة ||** دائما الفلز المركزي من العناصر الانتقالية قد يكون من عناصر السلسلة :

الاولى	الثانية	الثالثة
Cr	Pd	Re
Mn	Ag	Pt
Fe	Cd	Au
Co		Hg
Ni		
Cu		

- عناصر السلسلة الثانية و الثالثة (العدد الذري من 31 فما فوق) جميع الليكندات ضاغطة عليها ،
- عناصر السلسلة الاولى (العدد الذري من 30 فما دون) كل الليكندات ضاغطة ماعدا الليكندات (Cl , Br , I , F, OH^-, H_2O) تكون غير ضاغطة على عناصر السلسلة الاولى (عناصر السلسة الاولى هي العناصر التي عددها الذري اقل من 30)

انتبه || عناصر السلسلة الثانية و الثالثة (فاهية) كل الليكندات تصير ضاغطة عليها لكن عناصر السلسلة الاولى اكو كم ليكند ما يضغط عليها (X , OH , H_2O) وبقية الليكندات كله تضغط على السلسلة الاولى .

❖ **ملاحظات مهمة ||**

- في نظرية اصرة التكافؤ يطلب التهجين و الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم للمعقد التناسقي حيث يمكن ايجادهم عن طريق اتباع الملاحظات الاتيه:

1- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 30 – 21 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Ar_{18}]$ $3d$ $4s$ $4P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

2- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 48 – 39 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Kr_{36}]$ $4d$ $5s$ $5P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

3- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري 80 – 72 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Xe_{54}$ $4F^{14}]$ $5d$ $6s$ $6P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً ثم d وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

4- علاقة التهجين بالشكل الهندسي

نوع التهجين	الشكل الهندسي
SP	مستقيم
SP^2	مثلث مستوي
SP^3	رباعي الاوجه منتظم
dSP^2	مربع مستوي

5- الصفة مغناطيسية :

- اذا احتوت الاوربيتالات على الكترونات مفرده فأن الصفة بارا مغناطيسية
- واذا لم تحوي الكترونات مفردة (الكترونات مزدوجة) تكون الصفة دايا مغناطيسية

6- الزخم μ ⇐ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e}$

- حيث ان e = عدد الالكترونات المفرده
- والمعقد الذي لا يحوي الكترونات مفردة $\mu = 0$

○ انتبه || الزخم فقط يوجد عندما يحوي المعقد الكترونات مفردة بينما المعقد الذي لا يحوي الالكترونات مفردة فأن زخمة يساوي صفر لان الزخم يعتمد على الالكترونات المفردة

7- الليكند الضاغط :- يضغط الالكتروات المفردة حيث يجعلها بصورة مزدوجة
الليكند الغير الضاغط :- يبقى الالكترونات بصورة مفردة

- خطوات الحل :

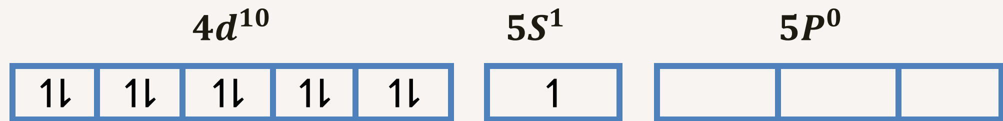
1- نرسم الترتيب الالكتروني للفلز المركزي ونوزع الالكترونات في الاوربيتالات
2- نرسم الترتيب الالكتروني لأيون الفلز المركزي ونوزع الالكترونات في الاوربيتالات بعد الفقدان (نفرغ S)
3- نرسم الترتيب الالكتروني بعد دخول الليكند حيث اذا كان الليكند ضاغط يزوج الالكترونات المفردة واذا غير ضاغط يبقى الالكترونات مفردة
4- اذا كان الليكند احادي المخلب يأخذ اوربيتال واحد (يهب الكترونين) واذا ثنائي المخلب يأخذ اوربيتالين (يهب اربع الكترونات)

و لإيجاد التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية في المعقدات الاتية :

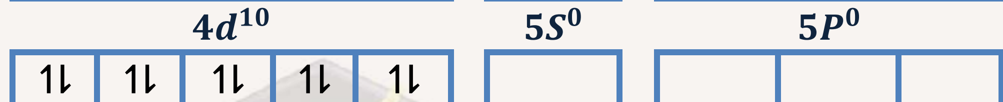
➢ نتبع ما يلي :


$[Ag(NH_3)_2]^+$

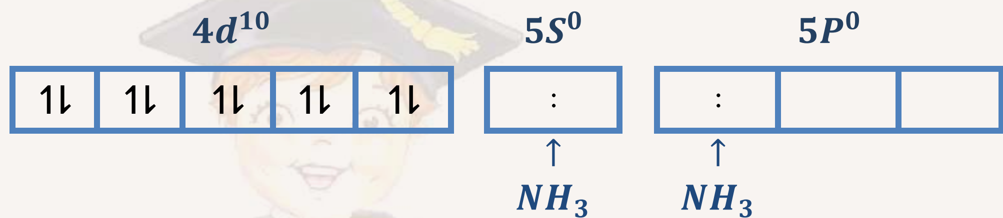

Ag_{47} : $[Kr_{36}]$ $4d^{10}$ $5S^1$ $5P^0$




Ag^+_{46} : $[Kr_{36}]$ $4d^{10}$ $5S^0$ $5P^0$




$[Ag(NH_3)_2]^+$ $4d^{10}$ $5S^0$ $5P^0$

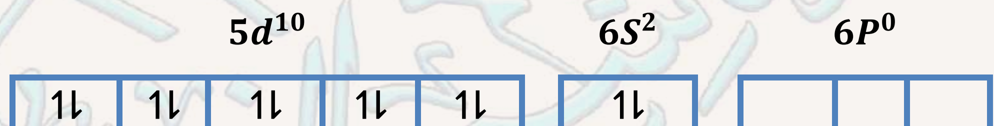


- نوع التهجين : SP
- الشكل الهندسي : خط مستقيم
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

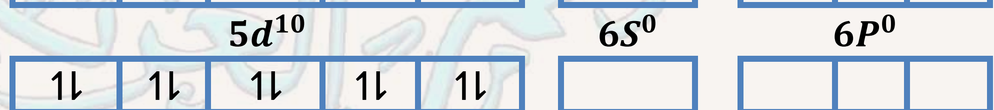

$[HgI_3]^-$


Hg_{80}

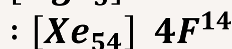

: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^2$ $6P^0$

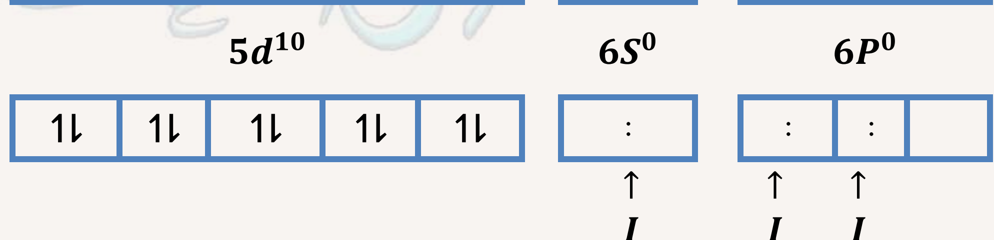



Hg^{+2}_{78} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^0$ $6P^0$




$[HgI_3]^-$


: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^0$ $6P^0$



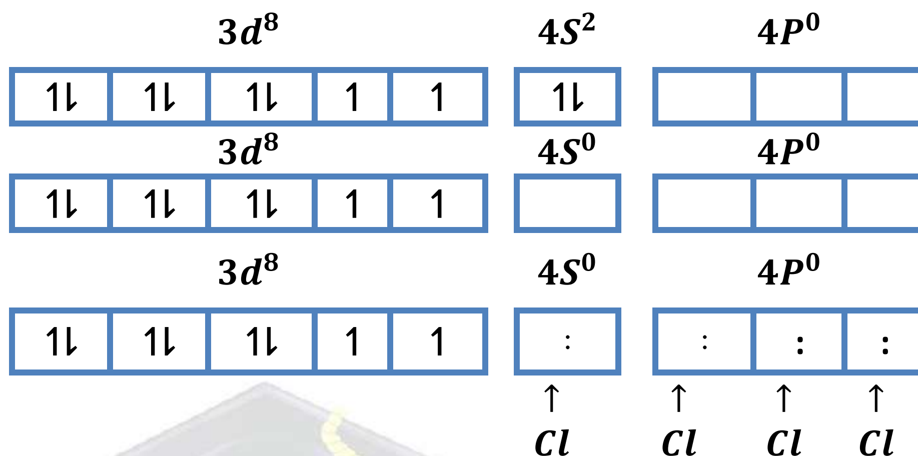
- نوع التهجين : SP^2
- الشكل الهندسي : مثلث مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية







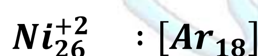




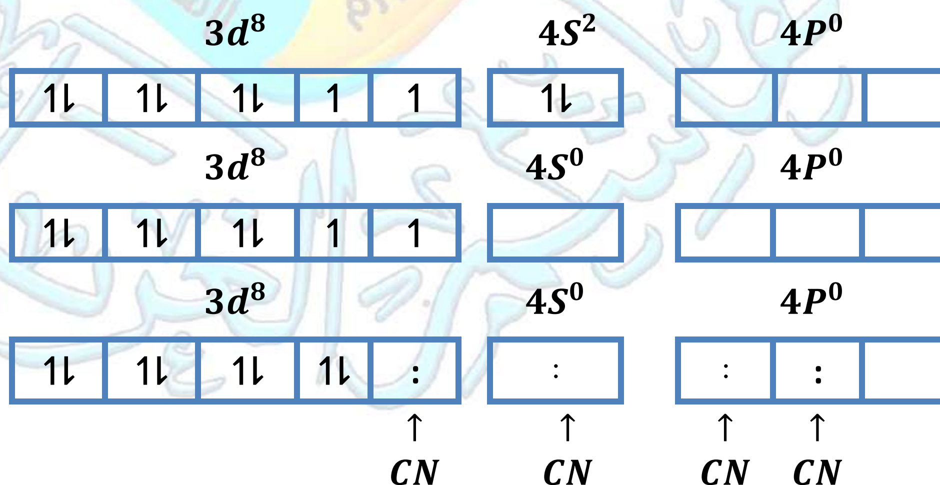
- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية









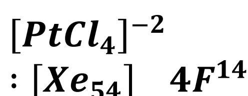


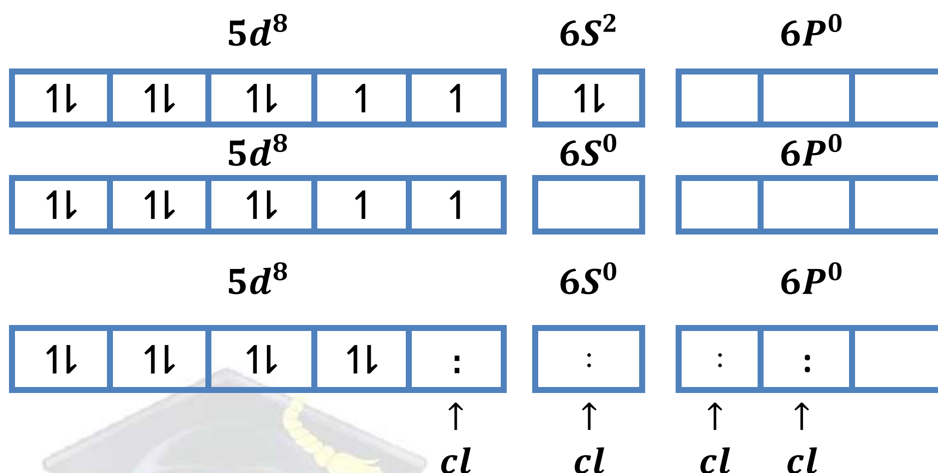
- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية


$[PtCl_4]^{-2}$


Pt_{78} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$


Pt^{+2}_{76} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$


$[PtCl_4]^{-2}$
: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$



➢ نوع التهجين : dSP^2
➢ الشكل الهندسي : مربع مستوي
➢ الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

❖ تمرين 5 – 6 | اعتماداً على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكند للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$

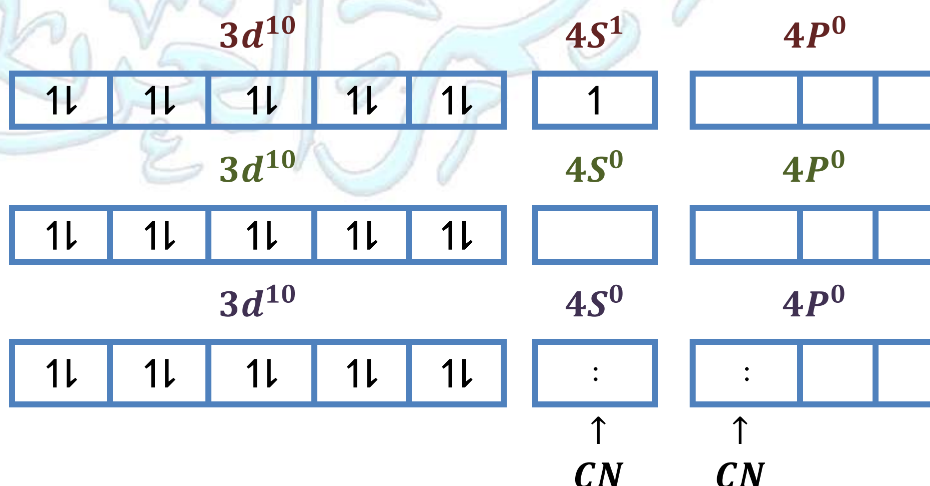
✓ الحل ||


$[Cu(CN)_2]^-$


Cu_{29} : $[Ar_{18}]$


Cu^{+1}_{28} : $[Ar_{18}]$


$[Cu(CN)_2]^-$

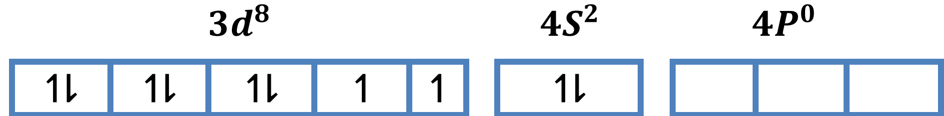


❖ تمرين 5 – 7 | لماذا المعقد $[NiCl_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي وضح ذلك على وفق VBT

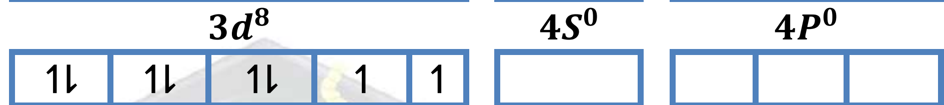
✓ الحل ||















↑ ↑ ↑ ↑

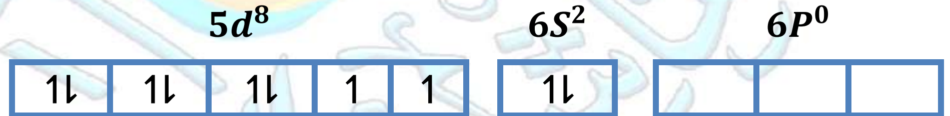
Cl Cl Cl Cl

الليكند غير ضاغط

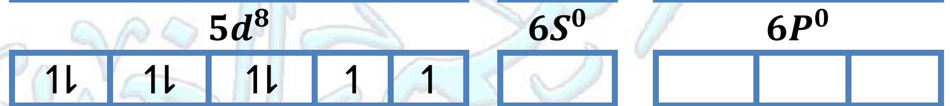
الصفة بارامغناطيسية لانه يحوي على الكترونات مفردة

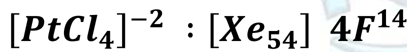














↑ ↑ ↑ ↑

cl cl cl cl

الليكند ضاغط

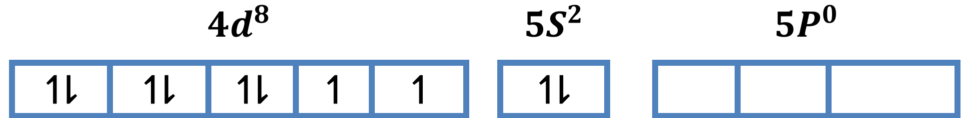
الصفة دايامغناطيسية لانة لايحوي على الكترونات مفردة

❖ تمرين 5 – 8 | ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[PdCl_4]^{-2}$, $[Co(H_2O)_4]^{+2}$ ثم احسب μ لكل منهما ؟

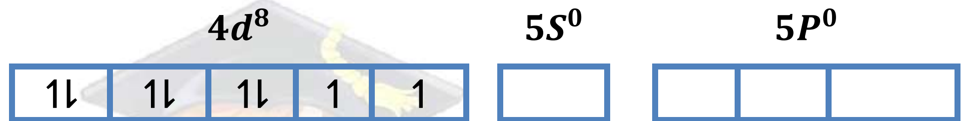
✓ الحل ||

$[PdCl_4]^{-2}$

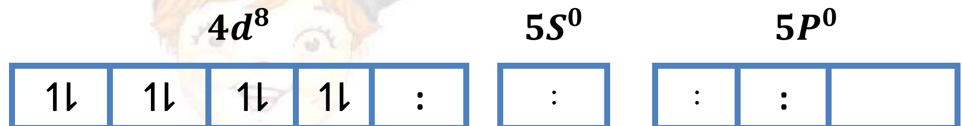
$[Pd_{46}]$: $[Kr_{36}]$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$



$[Pd^{+2}_{44}]$: $[Kr_{36}]$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$



$[PdCl_4]^{-2}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$



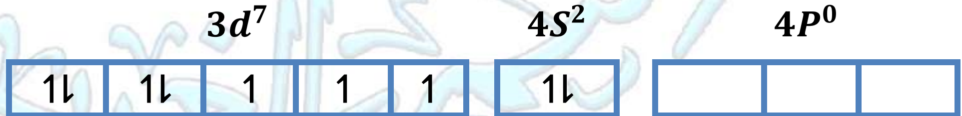
cl cl cl cl

➢ نوع التهجين : dSP^2
➢ الشكل الهندسي : مربع مستوي
➢ الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

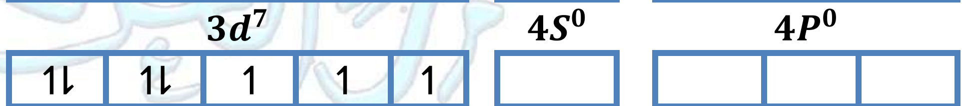
➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(0)^2 + 2(0)} = 0$

$[Co(H_2O)_4]^{+2}$

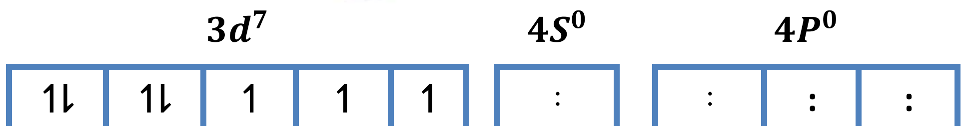
$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$



$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$



$[Co(H_2O)_4]^{+2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$



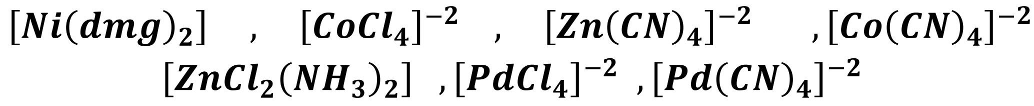
H_2O H_2O H_2O H_2O

➢ نوع التهجين : SP^3
➢ الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
➢ الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)} \Rightarrow \mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87$ B.M

سؤال 5 – 10 | اعتماد على اصرة التكافؤ VBT

- اجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية :



$[Ni(dmg)_2]$, $[CoCl_4]^{-2}$, $[Zn(CN)_4]^{-2}$, $[Co(CN)_4]^{-2}$
$[ZnCl_2(NH_3)_2]$, $[PdCl_4]^{-2}$, $[Pd(CN)_4]^{-2}$

أ- ما نوع التهجين للذرة المركزية

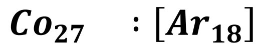
ب- ما الشكل الهندسي للمعقد

ج- ما الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا ؟

✓ الحل ||

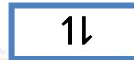


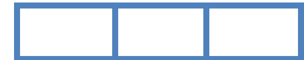
$[Co(CN)_4]^{-2}$



Co_{27} : $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$









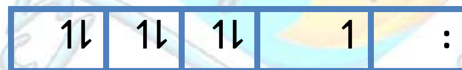
Co^{+2}_{25} : $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

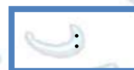


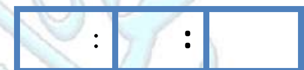





$[Co(CN)_4]^{-2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$







↑ CN ↑ CN ↑ CN ↑ CN

- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

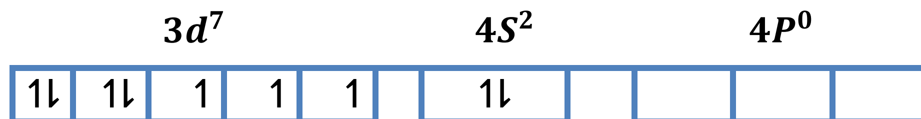


- $[Zn(CN)_4]^{-2}$ $Zn = 30$

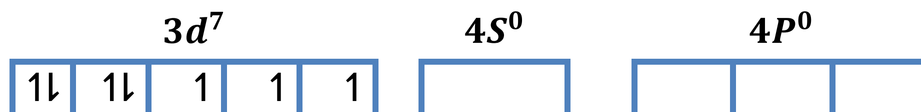
- واجب


$[CoCl_4]^{-2}$

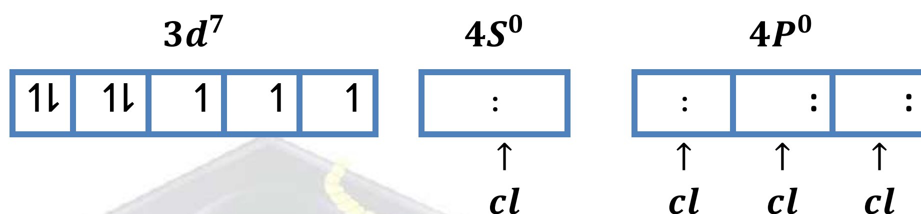

$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$




$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$




$[CoCl_4]^{-2}$



- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة


$[Ni(dmg)_2]$

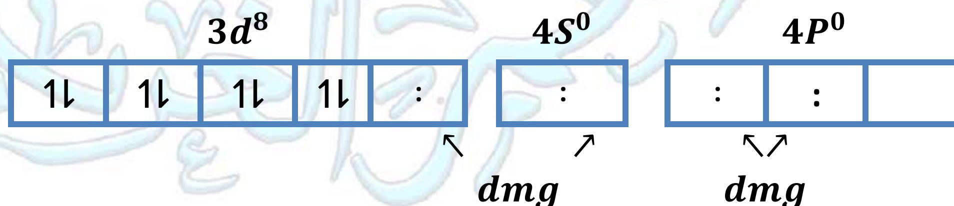

$[Ni_{28}]$: $[Ar_{18}]$



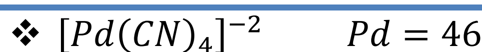

$[Ni^{+2}_{26}]$: $[Ar_{18}]$




$[Ni(dmg)_2]$



- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفرده


❖ $[Pd(CN)_4]^{-2}$ $Pd = 46$

- واجب /



$[PdCl_4]^{-2}$

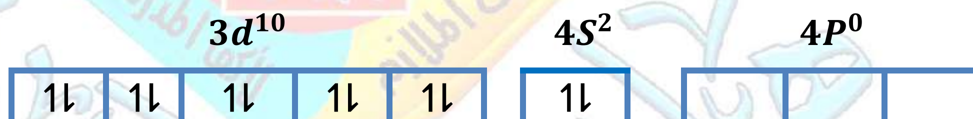
واجب ||



$[ZnCl_2(NH_3)_2]$

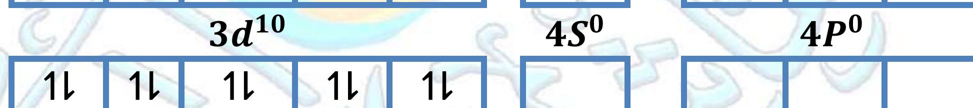


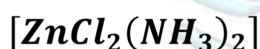
$[Zn_{30}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^{10}$ $4S^2$ $4P^0$



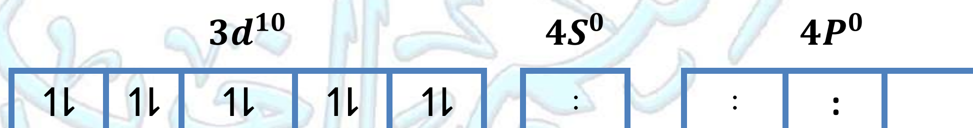


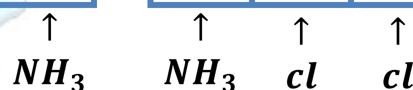
$[Zn^{+2}_{28}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$





$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$





- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفرده

❖ **سؤال 5 – 11** | اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT ما هو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية وما قيمة (μ) للمركبات $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$, $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$

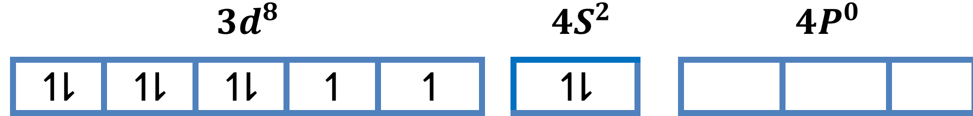
✓ **الحل ||**



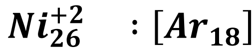
$[Ni(NH_3)_4]^{+2}$



Ni_{28} : $[Ar_{18}]$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$



3d					4s	4p		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			



Ni^{+2}_{26} : $[Ar_{18}]$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$



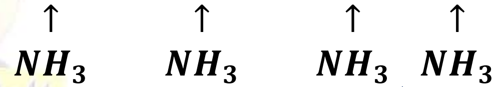
3d					4s	4p		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1				



$[Ni(NH_3)_4]$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

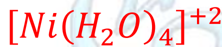


3d					4s	4p		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	:	
				↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	



➢ ∵ الالكترونات المفرده = صفر

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$



$[Ni(H_2O)_4]^{+2}$

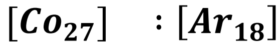
واجب ||

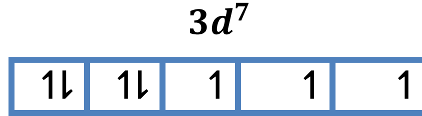
➢ **ملاحظة ||** في بعض الاسئلة يكون الليكند مجهول (L) من ناحية الضاغط والغير ضاغط لذلك اذا كان الفلز المركزي من السلسلة الثانية او الثالثة نفرض ان الليكند ضاغط باعتبار كل الليكندات ضاغطة عليها اما اذا كان الفلز المركزي من عناصر السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط

❖ **مثال 5 – 5** | لنفرض ان الكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{+2}$ حيث ان L يمثل ليكند احادي المخلب اكتب تهجين المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي

✓ **الحل** || بما ان الليكند مجهول والفلز المركزي من السلسلة الاولى نحل باحتمالين ضاغط وغير ضاغط







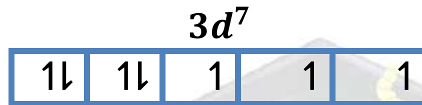












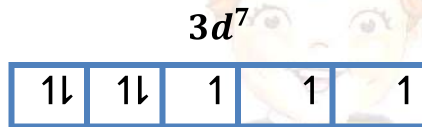







1- غير ضاغط




















L

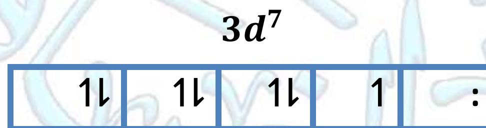
➢ التهجين SP^3

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)}$

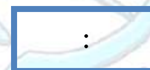
$\mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87 \quad B.M$

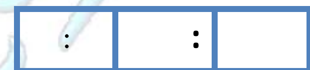
2- ضاغط




















➢ التهجين dSP^2

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(1)^2 + 2(1)}$

$\mu = \sqrt{1 + 2} \Rightarrow \mu = \sqrt{3} = 1.73 \quad B.M$

❖ **سؤال 5 – 12** | لنفرض ان النيكل (II) في المعقد الايوني $[NiL_4]^{-2}$ الليكند (L) احادي المخلب جد

1- شحنة الليكند

2- التهجين للذره المركزية في المعقد الايوني

3- الزخم المغناطيسي μ

✓ **الحل** || بما ان الليكند مجهول (L) والفلز المركزي من السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط

1- شحنة الليكند



- $[NiL_4]^{-2}$

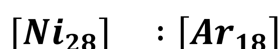
$+2 + L * 4 = -2$

$4L = -2 - 2 \Rightarrow 4L = -4 \Rightarrow L = \frac{-4}{4} = -1$

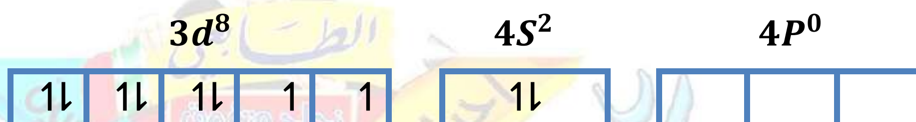
$\therefore L^{-1}$



- $[NiL_4]^{-2}$

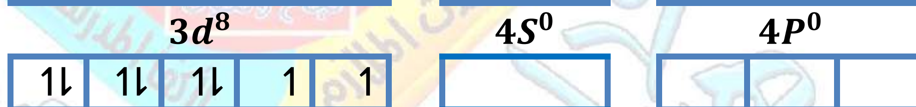


$[Ni_{28}]$: $[Ar_{18}]$





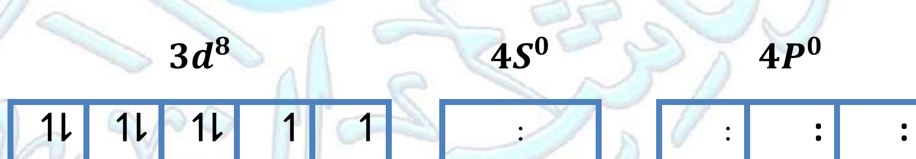
$[Ni^{+2}_{26}]$: $[Ar_{18}]$



أ- غير ضاغط



- $[NiL_4]^{-2}$



➢ التهجين SP^3

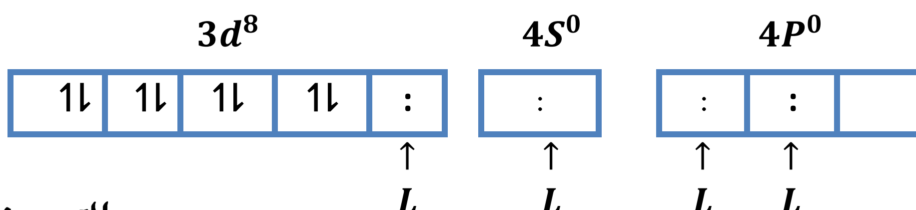
➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(2)^2 + 2(2)}$

$\mu = \sqrt{4 + 4} \Rightarrow \mu = \sqrt{8} = 2.82 \quad B.M$

ب- ضاغط

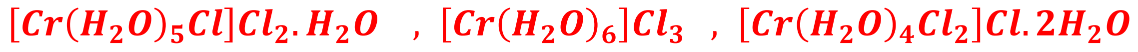


$[NiL_4]^{-2}$



التهجين dSP^2

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$



❖ سؤال 5 – 8 | اذا كانت لديك المركبات التناسقية الثلاثة الاتية

$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$, $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$

❖ فما هو الاتي :

أ- العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في كل مركب .

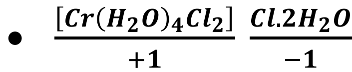
ب-العدد التناسقي للكروم

ت-اسماء هذه المركبات

✓ الحل ||

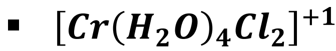


$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$



- $\underset{+1}{\underline{[Cr(H_2O)_4Cl_2]}}\ \underset{-1}{\underline{Cl.2H_2O}}$

- التكافؤ الاولي



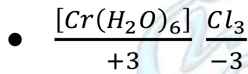
- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+1}$

  $Cr + (0 * 4) + (-1 * 2) = +1 \Rightarrow Cr - 2 = +1 \Rightarrow Cr = +3$

- عدد التناسق $= 2 * 1 + 4 * 1 = 6$
- اسم المركب : كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو كروم (III) المائي

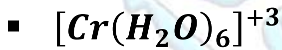


$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$



- $\underset{+3}{\underline{[Cr(H_2O)_6]}}\ \underset{-3}{\underline{Cl_3}}$

- التكافؤ الاولي



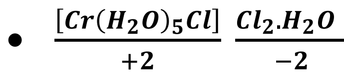
- $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$

  $Cr + (0 * 6) += +3 \Rightarrow Cr = +3$

- عدد التناسق $= 6 * 1 = 6$
- اسم المركب : كلوريد سداسي اكوا الكروم (III)

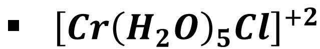


- $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$



- $\underset{+2}{\underline{[Cr(H_2O)_5Cl]}}\ \underset{-2}{\underline{Cl_2.H_2O}}$

- التكافؤ الاولي



- $[Cr(H_2O)_5Cl]^{+2}$

  $Cr + (0 * 5) + (-1 * 1) = +2 \Rightarrow Cr - 1 = +2 \Rightarrow Cr = +3$

- عدد التناسق $= 1 * 1 + 5 * 1 = 6$
- اسم المركب : كلوريد خماسي اكوا كلورو كروم (III) المائي

5 – 8 | الاعداد التناسقية و الاشكال الهندسية المتوقعة

كما عرفنا ان العدد التناسقي هو عدد الليكندات مضروبه في عدد المخالب وان لهذا العدد علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي تتراوح قيم الاعداد التناسقية من 2 الى 9 واكثرها شيوعاً هي 4 و 6 و سنتطرق الى الاعداد التناسقية 4,3,2

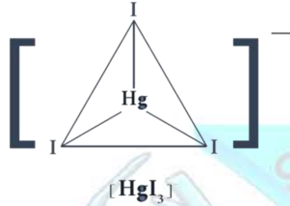
ملاحظة: كل عدد تناسقي حفظ مثال وشكله ورسمه

1- **العدد التناسقي 2** : يعد هذا العدد نادر والمعقد $[Ag(NH_3)_2]^{+1}$ من احسن الامثل عليه

- ويكون هذا العدد ذا شكل خطي مستقيم $NH_3 - Ag - NH_3$ مثل
- $[AgCl_2]^{-1}$ $Cl - Ag - Cl$, $[Ag(CN)_2]^{-1}$ $CN - Ag - CN$

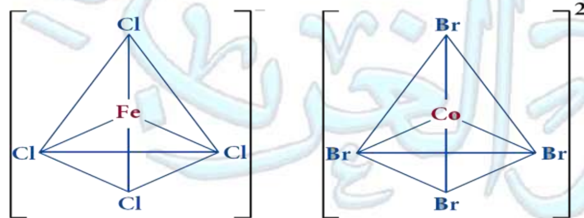
2- **العدد التناسقي 3** : المعقدات التي تمتلك عدد تناسقي 3 نادره ايضا

❖ ويعد الايون المعقد السالب $[HgI_3]^-$ والشكل المتوقع له

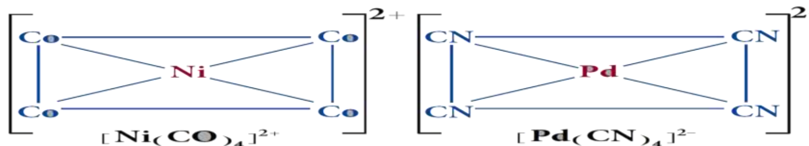


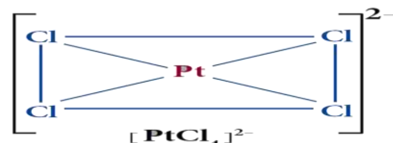
3- **العدد التناسقي 4** : يعد من اكثر الاعداد التناسقية شيوعاً ويكون لهذا النوع اهمية كبيره في المركبات التناسقية

- ويكون الشكل المتوقع اما رباعي الاوجه منتظم مثل $[FeCl_4]^-$, $[CoBr_4]^{-2}$



- او مربع مستوي مثل $[Ni(CO)_4]^{+2}$, $[Pd(CN)_4]^{-2}$, $[PtCl_4]^{-2}$





❖ سؤال 5 – 9 || اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ هو :

أ – 1 ب- 2 ج- 3 د - 4

2- ان الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس يوريا نحاس (III)

أ – $[Cu\{(NH_2)_2CO_2\}_2]Cl_2$

ب – $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl$

ج – $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د – جميع الاجابات السابقة خطأ

3- ان اسم المركب $[Pt\,(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ IUPAC هو :

أ- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومور نايترو بلاتين IV

ب- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومو نايترو كورو بلاتين (IV)

ج- كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين (IV)

د- كلوريد ثلاثي امين نايترو كلورو برومو بلاتين (IV)

تم بعون الله

انتهى الفصل الخامس

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل السادس

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل السادس (الكيمياء التحليلية)

المسائل التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- سؤال على التحليل الوصفي (فراغ)
2- مسئلة من مسائل التحليل الوزني
3- مسئلة من مسائل التحليل الحجمي

حتى تظبط التحليل الوصفي لازم تحفظ جدول الايونات الموجبة صفحة (3) وحتى تظبط مسائل التحليل الوزني يوجد 3 خطوات بسيطة لحل جميع المسائل
اما التحليل الحجمي اهم شي لازم تفتهم الايتا شلون تستخرجه والباقي سهل لأن موجودة ملاحظات وخطوات لحل اي مسئلة من مسائل التحليل الحجمي

ملخص الفصل السادس

تقسم مواضيع الفصل السادس الى

1- التحليل الوصفي : يتكلم عن الايونات الموجبة والعوامل المرسبة لها وكيفية فصل الايونات

2- التحليل الوزني : يدرس كيفية حساب العامل الوزني وحساب كتلة النموذج ونسبته المئوية

3- التحليل الحجمي : هو النوع الاكثر تعقيدا في الفصل لكن ان شاء الله ستجد ملاحظات كافية و وافية للسيطرة على هذا الموضوع (حيث قسمت مسائلة الى ثلاثة اقسام وكل قسم له طريقة حل وملاحظات)

امن اشوفة ينخطف ياناس نوعي	وعود اصلي فلاتقليد نوعـــي	المهم الي على التحليل نوعي
الايون الموجب وعامـــــل مرسب	واذا ماتحفظهن احجي ومره اسب	اذا نيتك ترد ناجح مراســـــب
بدربك اظبط التحليل وزنـــــي	ولاتحجي على الشيطان وزنـــي	السادس ضعفاني ونقص وزنـــي
وحق من القهر زغران حجمــي	مجامة الاسئلة اشمابيج حجمي	اويلي شلون بالتحليل حجمي
بلــوه وبي انـــا كلبي بليتـــــا	وقاسي هواي عبالك بيلتـــــا	تالي اشلون ياعالم بالايتــــــا
اكتلتني وعذبتني خوش كتلـــــه	وعلى كلبي الحزن مصفوف كتله	احسب التركيز اذا المطلوب كتله
لان ماتطلع الكتلة ابدون تركيـز	وركز من تحل بس خوش تركيـز	الكتلة تنحسب من نحسب التركيـز

وراهــــه نحســـب النسبـــــة المئويــــة

الفصل السادس الكيمياء التحليلية

6 – 1 | مقدمة

لعمليات التحليل الكيميائي تطبيقات واسعه في مجالات مختلفة صناعية وكيميائية وبايلوجية و جيلوجية ومجالات علمية اخرى مثل دراسة تلوث الهواء والمعرفة الدقيقة المحتوى دم الانسان من كمية الكالسيوم المتأين ضرورية لتشخيص الاصابة بمرض الغده الدرقية المفرط وفي مجالات الصناعة حيث يمكن التحكم في السيطرة على مواصفات الحديد المنتج من حيث القوة والصلابة وقابليته على مقاومة التآكل بواسطة التحليل الكمي وهناك امثلة اخرى لأهمية التحليل الكيميائي في مجالات الحياة المختلفة



انقر على الباركود لمشاهدة شرح التحليل الوصفي

6 – 2 | طرائق التحليل الوصفي (النوعي)

هي عملية تهدف لمعرفة هوية مكون واحد او اكثر من

مكونات المادة او مزيج من المواد او المحاليل ومعرفة الاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها مع البعض الاخر.

- تتم عملية تشخيص المادة المراد تحليلها من خلال تحويلها بمساعدة مادة تدعى الكاشف الى مركب جديد ذو خواص معروفه ومميزة
- يمكن اجراء عملية تحليل وصفي لمجموعة الأيونات الموجبة الاكثر شيوعاً

➢ حيث تتضمن عملية لتحليل هذه خطوتين .

1- فصل الايونات بعضها عن الاخر

2- الكشف عن كل ايون من خلال اجراء تفاعلات كيميائية معروفة

تقسم الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً

الى خمس مجاميع وتمتاز كل مجموعة بأن لها عامل مرسب معين

المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	ايونات المجموعة	صيغة الراسب
الأولى I	حامض HCl المخفف	$Pb^{+2}, Ag^{+1}, Hg_2^{+2}$	$PbCl_2$ $AgCl$ Hg_2Cl_2
ويمكن حفظها بجملة (بيبي اجه حجي) Pb Ag Hg			
الثانية II	H_2S بوجود HCl المخفف	Pb^{+2} Hg^{+2} Bi^{+3} Sn^{+2} Cu^{+2} As^{+3} Cd^{+2} Sb^{+3}	PbS HgS Bi_2S_3 SnS CuS As_2S_3 CdS Sb_2S_3
ويمكن حفظها بالجملة (بيبي حجي بي سن سوس كد صبه) Pb Hg Bi Sn Cu As Cd Sb			
الثالثة A III	هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl, NH_4OH	Al^{+3} Fe^{+3} Cr^{+3}	$Al(OH)_3$ $Fe(OH)_3$ $Cr(OH)_3$
ويمكن حفظها بجملة (الفكر) Al Fe Cr			
الثالثة B III	H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl	Mn^{+2} Co^{+2} Ni^{+2} Zn^{+2}	MnS CoS NiS ZnS
ويمكن حفظها بجملة (من كوني زين) Mn Co Ni Zn			
الرابعة IV	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4Cl , NH_4OH	Ca^{+2} Sr^{+2} Ba^{+2}	$CaCO_3$ $SrCO_3$ $BaCO_3$
ويمكن حفظها بجملة (كاسربا) Ca Sr Ba			
الخامسة V	تبقى في المحلول	K^+ Na^+ NH_4^+ Mg^{+2}	
ويمكن حفظها بجملة (كنا نخفر مغنسيوم) K Na NH_4 Mg			

➢ سؤال 6 – 1 | كيف يمكن الفصل بين الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

- الجواب || يمكن فصل ايونات هذه المجموعات بالترتيب (بالتسلسل)
  ابتداء من المجموعة الاولى الى المجموعة الرابعة حيث

1- يضاف محلول حامض الهيدروكلوريك ليرسب ايونات المجموعة الاولى
على هيئة كلوريدات ثم تفصل بالترشيح

2- يمرر غاز H_2S على الراشح ليرسب ايونات المجموعة الثانية
على هيئة كبريتيدات وتفصل بالترشيح

3- أ - يضاف محلول كلوريد الامونيوم وهيدروكسيد الامونيوم:
ليرسب ايونات المجموعة الثالثة A على هيئة هيدروكسيدات ثم تفصل بالترشيح

ب - يضاف كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl
ليرسب ايونات المجموعة الثالثة B على هيئة كبريتدات ثم تفصل بالترشيح .

4- يضاف محلول كاربونات الامونيوم بوجود NH_4OH , NH_4Cl
ليرسب ايونات المجموعة الرابعة على هيئة كاربونات ثم تفصل بالترشيح

5- الراشح المتبقي هو عباره عن ايونات المجموعة الخامسة
حيث تبقى ذائبة في المحلول بدون ترسيب



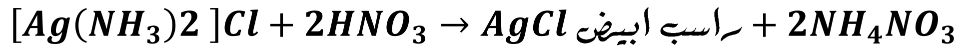
- تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى(المعادلات حفظ)
- يمكن الكشف عن ايونات المجموعة الاولى (الكشف عن كل ايون)
- وذلك بترسيبها على هيئة كلوريدات ثم يتم الكشف وفق الاسس الاتية :

1- يذوب راسب $PbCl_2$ في الماء المغلي بينما لا يتأثر راسب $AgCl$, Hg_2Cl_2
ويتم ازالته بالفصل بالترشيح ويتم الكشف عن الرصاص بإضافة كرومات البوتاسيوم
K_2CrO_4 ليكون راسب اصفر من كرومات الرصاص $PbCrO_4$

$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 \text{ راسب اصفر } \downarrow +2KCl$$

2- يضاف محلول الامونيا المخفف الى الراسب المتبقي $AgCl$, Hg_2Cl_2 بعد فصل $PbCl_2$
حيث يذوب $AgCl$ في محلول الامونيا المخفف لينتج مركب كلوريد الفضة الامونياكي
$[Ag(NH_3)_2]Cl$ ويمكن التأكد من وجود الفضة
يضاف حامض النتريك المخفف ليعطي راسب ابيض او اضافة يوديد البوتاسيوم KI
ليعطي راسب اصفر وكما يلي .


$AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$

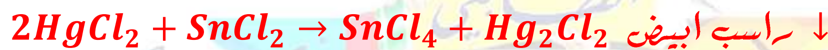

$[Ag(NH_3)2\,]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl$ راسب ابيض $+ 2NH_4NO_3$


$[Ag(NH_3)_2]Cl + KI \rightarrow AgI$ راسب اصفر $\downarrow + KCl + 2NH_3$

- بينما يتفاعل كلوريد الزئبق Hg_2Cl_2 مع محلول الامونيا المضاف ليتحول الى مزيج غير ذائب ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق
- وحسب المعادلة الاتية


$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \rightarrow Hg(NH_2\,)Cl$ راسب ابيض $\downarrow + Hg$ راسب اسود $\downarrow + NH_4Cl$

- ثم يضاف الماء الملكي (مزيج مكون من $(3HCl + HNO_3)$ الية لتحويله الى ملح ذائب $HgCl_2$ ثم يتم الكشف عن وجود الزئبق بإضافة محلول كلوريد القصدير II $(SnCl_2)$ الذي يحول المحلول الى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود حسب المعادلتين


$2HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2$ راسب ابيض $\downarrow$


$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + 2Hg$ (راسب اسود) $\downarrow$

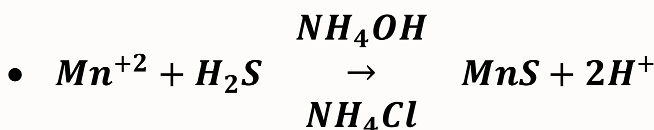
➢ **ملاحظة** | عند حل الاسئلة الخاصة بفصل الايونات الموجبة نقوم بتحديد الايونات من اي مجموعة ثم نقوم بإضافة العامل المرسب لكل ايون حسب مجموعته بالتسلسل (اما ايونات المجموعة الخامسة) فأنها تبقى ذائبة في المحلول ،

➢ **تمرين 6 – 1** | اكمل المعادلات الاتية :


- $Hg_2^{+2} + 2HCl_{\text{مخفف}} \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2H^+$


- $2Bi^{+3} + 3H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Bi_2S_3 + 6H^+$


- $Al^{+3} + 3NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Al(OH)_3 + 3NH_4^+$


- $Mn^{+2} + H_2S \xrightarrow[NH_4Cl]{NH_4OH} MnS + 2H^+$

➢ **علل** | يصنف ايون الرصاص Pb^{+2} ضمن المجموعة الاولى والثانية؟

➢ **الجواب** | وذلك لأن ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ عالية مايؤدي الى عدم ترسب Pb^{+2} بشكل تام لذلك يبقى في المجوعه الثانية

➢ **مثال 6 – 1** | كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III)

✓ **الحل** || نحدد الايونات حسب المجموعات ونضيف العوامل المرسب لكل مجموعة بالتسلسل

بما ان أيون الفضة Ag^{+} ضمن المجموعة الاولى والكادميوم ضمن المجموعة الثانية والحديد ضمن المجموعة الثالثة A لذلك يمكن الفصل بالأضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه المجاميع وكالاتي :

1- يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى (حامض HCl) ليرسب ايون الفضة على هيئة $AgCl$ بينما ايونات الكادميوم والحديد تبقى ذائبة في المحلول ويفصل عنهم بالترشيح

2- يمرر (غاز H_2S) الى المحلول ليرسب ايون الكادميوم على هيئة كبريتيد الكادميوم CdS ويفصل عن المحلول بالترشيح

3- يضاف العامل المرسب محلول هيدروكسيد الامونيوم وكلوريد الامونيوم الى المحلول الحديد المتبقي وحده بعد فصل الايونات عنه ليرسب الحديد على هيئة هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$

➢ **سؤال 6 – 2** | عدد الايونات الموجبة المصنفة من المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول

✓ **الحل** || ايونات المجموعة الثانية هي :



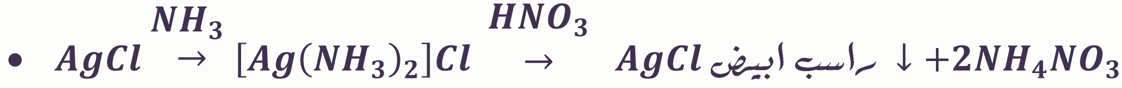
Pb^{+2} Hg^{+2} Bi^{+3} Sn^{+2} Cu^{+2} As^{+3} Cd^{+2} Sb^{+3}

- العامل المرسب لها هو غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف حيث يرسبها على هيئة كبريتيدات
- ويمكن الفصل بين ايون النحاس وايون الحديديك بإمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف على المحلول ليرسب ايون النحاس على هيئة كبريتيد النحاس CuS بينما يضاف العامل المرسب NH_4OH بوجود NH_4Cl ليرسب Fe^{+3} على هيئة $Fe(OH)_3$ ثم يفصل بالترشيح

➢ **سؤال 6 – 3** | اكمل التفاعلات الاتي مع ذكر صفات النواتج في كل ما يأتي :




- $PbCl_2 \xrightarrow[\text{ماء مغلي}]{K_2CrO_4} PbCrO_4$ راسب اصفر $\downarrow + 2KCl$



- $AgCl \xrightarrow{NH_3} [Ag(NH_3)_2]Cl \xrightarrow{HNO_3} AgCl$ راسب ابيض $\downarrow + 2NH_4NO_3$



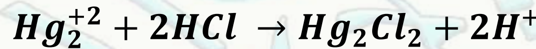
- $Hg_2^{+2} \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Hg_2Cl_2 \xrightarrow{NH_3} \left(Hg(NH_2)Cl\right.$ راسب ابيض $\left.\right) + Hg$ راسب اسود $\downarrow + NH_4Cl \xrightarrow{\text{ماء ملكي}}$



$HgCl_2 \xrightarrow{SnCl_2} Hg_2Cl_2$ راسب ابيض $\downarrow \xrightarrow{SnCl_4} 2Hg$ راسب اسود $\downarrow$

➢ **سؤال 6 – 4** | كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{+2} , Hg_2^{+2} ؟

✓ **الجواب** || الايون Hg_2^{+2} ضمن المجموعة الاولى و الايون Hg^{+2} ضمن المجموعة الثانية يمكن الفصل بينهم بإضافة العامل المرسب HCl المخفف حيث يرسب ايون Hg_2^{+2} على هيئة Hg_2Cl_2 بينما يضاف العامل المرسب غاز H_2S بوجود HCl المخفف على المحلول ليرسب ايون أيون Hg^{+2} على هيئة HgS ويفصل بالترشيح .



$$Hg_2^{+2} + 2HCl \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2H^+$$

➢ 6 – 3 التحليل الكمي

هي طرائق عملية تهدف للحصول على معلومات تخص كمية المكون (المادة المراد تحليلها) في كمية معينه من النموذج .

- يتم التعبير عن التحليل الكمي بدلالة الاجزاء من المكون المراد قياسه الموجود في مائة او الف جزء او مليون جزء بدلالة كتلة او حجم المكون المراد قياسه المتواجد في حجم معين من النموذج او بدلالة الكسر المولي
- يمكن انجاز التحليل الكمي بإجراء عمليتي قياس

الاولى : قياس كمية النموذج قيد الدراسة

الثانية : قياس كمية المكون المراد قياسه في النموذج

- **هناك خطوات تسبق عملية التحليل الكمي**

1- النمذجة : ويقصد بها الحصول على النموذج
2- اعداد النموذج : ويقصد بها طحن ومجانسة النموذج والتخلص من الرطوبة
3- قياس كمية النموذج : لمعرفة كتلته او حجمه
4- اذابة النموذج : باستخدام مذيب مناسب
5- في الكثير من الاحيان يتم فصل التداخلات

- **يقسم التحليل الكيميائي الكمي الى قسمين**

1- التحليل الكيميائي الكمي
أ- طرائق التحليل الوزني يعتمد على قياس الكتل في عملية التحليل
ب-طرائق التحليل الحجمي : يعتمد على قياس الحجوم في عملية التحليل
2- التحليل الالي : يعتمد على استعمال الأجهزة المتنوعة (لا ندرسه في هذه المرحلة)

6 – 4 التحليل الوزني

هي مجموعة من الطرائق تعتمد على قياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها


انقر على الباركود لمشاهدة شرح التحليل الوزني

- **اهم طرائق التحليل الوزني**

1- طرائق التطاير
2- طريقة الترسيب
3- طرائق الترسيب الكهربائي
4- طرائق فيزيائية اخرى

- **سندرس في هذا الفصل طرائق التطاير والترسيب فقط لأهميتها في التحليل الوزني .**

❖ طرائق التطاير :

وهي طرائق تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ويمكن عمل ذلك بعد وسائل

أ- بواسطة عملية الحرق البسيطة بدرجات حرارة عالية في الهواء
ب- معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى حالة متطايرة مع ترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة .

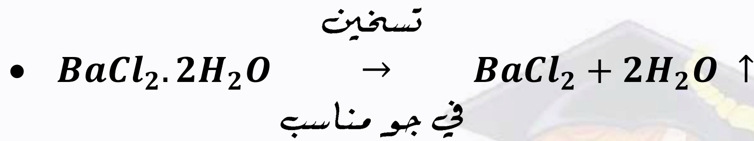
▪ وتكون على قسمين :

1- طريقة التطاير المباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جو مناسب ومعرفة كتلتها

2- طريقة التطاير الغير مباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جومفتوح. حيث يمكن قياس الجزء الغير متطاير

➢ مثال | | يوضح التطاير المباشر والغير مباشر

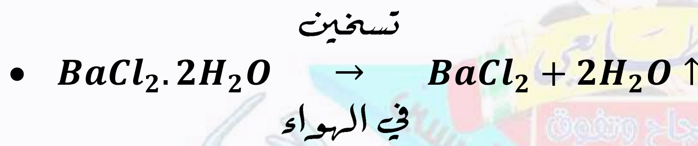
1- التطاير المباشر



• $BaCl_2.2H_2O \xrightarrow[\text{في جو مناسب}]{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O \uparrow$

• حيث يتم قياس كمية H_2O المتطايرة في جو مناسب

2- التطاير غير المباشر



• $BaCl_2.2H_2O \xrightarrow[\text{في الهواء}]{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O \uparrow$

• حيث يمكن قياس كتلة المتطاير H_2O من

$$m_{\text{المتطاير}} = m_{\text{العينة}} - m_{\text{الجزء الغير متطاير}}$$

ملاحظات

1- دائما الكتل متوحده في القانون الواحد (اما الكتل بالكيلو غرام او بالغرام او بالملي غرام)

2- هو يذكر بالسؤال مباشر او غير مباشرة واذا لم يذكر نعرف تطاير مباشر اذا اعطى كتلة المتطاير (المتطاير اما CO_2 او H_2O)

3- يمكن ايجاد النسبة المئوية من قانون :

$$\text{النسبة المئوية للمكون} = \frac{\text{كتلة المكون}}{\text{كتلة العينة}} * 100\%$$

4- كتلة العينة نجدها بعد كلمة (حرق او تحليل او معاملة)

5- المكون هو المجهول دائماً

6- المتطاير هو H_2O او CO_2

خطوات حل مسائل التطاير

- 1- تحديد نوع التطاير (هو يذكر في السؤال تطاير مباشر ام غير مباشر)
(واذا لم يذكر فأن كلمة حرق تعني تطاير مباشر ويعطي كتلة المتطاير)
- 2- تطبيق القانون :

أ- اذا كان التطاير مباشر

$$m_{\text{مجهول}} = m_{\text{المتطاير معلوم}} * \frac{M_{(g/mol)\text{مجهول}}}{M_{(g/mol)\text{ معلوم}}}$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C \rightarrow 12}{M_{CO_2} \rightarrow 44}$$ او $$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_H \rightarrow 2}{M_{H_2O} \rightarrow 18}$$

(m_{CO_2} ← كتلة المتطاير) (m_{H_2O} ← كتلة المتطاير)

- هنا يكون المجهول عنصر من ضمن المعلوم
- ثم نجد النسبة المئوية من قانون

$$\%\,\text{المكون}_{\text{مجهول}} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\%\,C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$ او $$\%\,H = \frac{m_H}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

ب- اذا كان التطاير غير مباشر

$$m_{H_2O} = m_{\text{العينة قبل التسخين}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}}$$

ثم نجد النسبة المئوية

$$\%\,\text{المكون}_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

➢ مثال 6 – 2 | تم تحليل عينة كتلتها $1.451\ g$ من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي $BaCl_2 .2H_2O$ لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشرة تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة $125\ ℃$ وبعد التبريد في محيط جاف وجد ان كتلة الجزء الغير متطاير كانت تساوي $1.236\ g$ احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة

✓ الحل || هنا هو ذكر طريقة التطاير الغير مباشرة لذا نستخدم القانون

- $m_{\text{التطاير}} = m_{\text{العينة قبل التسخين}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}}$

$m_{H_2O} = m_{BaCl_2 .2H_2O} - m_{BaCl_2}$

$m_{H_2O} = 1.451 - 1.236 = 0.215$

- $\%H_2O = \frac{m_{H_2O}}{m_{BaCl_2 .2H_2O}} * 100\%$

$\%H_2O = \frac{0.215\ g}{1.451\ g} * 100\% = 14.81\ \%$

➢ مثال 6 – 3 | تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة فبعد حرق $15.24\ mg$ من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب وجد ان كتلة CO_2 تساوي $22.36\ mg$ احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب ؟

✓ الحل | ذكر لنا في السؤال طريقة تطاير مباشرة لذلك نستخدم القانون

- $m_{\text{مجهول}} = m_{\text{التطاير معلوم}} * \frac{M_{(g/mol)\text{مجهول}}}{M_{(g/mol)\text{ معلوم}}}$
- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$m_C = 22.36\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

$m_C = 6.1\ mg$

- $\%\ C\ \text{مجهول} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$

$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\% \Rightarrow \%C = \frac{6.1\ mg}{15.24mg} * 100 = 40\%$

➢ **تمرين 6 – 2** | تم تحليل سبيكتي النيكروم وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق $1.4\ g$ منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي $2.2\ mg$ احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون ؟

✓ **الحل** || هنا لم يذكر طريقة التطاير لكنه اعطى كتلة المتطاير يعني تطاير مباشر

- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$m_C = 2.2\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

$m_C = 0.6\ mg$

- نلاحظ هنا وحدات الكتل غير متوحدة لذلك نوحد الوحدات

- $m_C = \frac{(0.6\ mg\ )}{1000\ mg\ /g} = 0.0006\ g$
- $\%\ \text{مجهول} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$

$\%\ C\ = \frac{m_C}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\%$

$\%C = \frac{0.0006\ g}{1.4g} * 100 = 0.043\ \%$

➢ **سؤال 6 – 7** | عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي نتج $14.4\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء .
احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيدروجين في المركب .

✓ **الحل** || لم يذكر طريقة التطاير ولكنه اعطى كتلة المتطاير لذلك تطاير مباشر

$M_C = 12 \qquad M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44$

- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$m_C = 14.4\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

$m_C = 3.927\ mg$

- $\% C = \frac{m_C}{m_{العينة}} * 100\%$

$$\%C = \frac{3.927 mg}{5.7\ mg} * 100 = 68.9\ \%$$

- $\% H$

$M_H = 1$ لكن $M_H = 2$ في الماء

$$M_{H_2O} = 1 * 2 + 16 * 1 = 18$$

- $m_H = m_{H_2O} * \frac{M_H}{M_{H_2O}}$

$$m_H = 2.5\ mg * \frac{2\quad g/mol}{18\quad g/mol}$$

$$m_H = 0.277\ mg$$

- $\% H = \frac{m_H}{m_{العينة}} * 100\%$

$$\%H = \frac{0.277\ mg}{5.7\ mg} * 100 = 4.9\ \%$$

❖ 6 – 5 | طريقة الترسيب

- تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمد على تفاعلات الترسيب :

➢ على عدد من الخطوات والتي يجب ان تنجز بشكل كمي هي :

1- اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة في مذيب مناسب

2- ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على شكل مركب شحيح الذوبان وبصيغة وزنية معلومة تدعى صيغة الراسب عن طريق مفاعلته مع كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل المرسب

3- فصل و عزل الراسب المتكون من محلول الترسيب ويتم ذلك عن طريق الترشيح

4- غسل الراسب باضافته محلول غسيل مناسب

5- تجفيف الراسب عن طريق تجفيف عند 100 °C او حرق عند درجة حرارة 1000°C

6- وزن الراسب لايجاد كتلته بشكل دقيق

- **الشروط الواجب توفرها في محلول الغسيل المستعملة**

1- لا يؤثر على ذوبانية الراسب بل يساعد على الذوبان الملوثات فقط
2- لا يكون مركبات متطايرة مع الراسب
3- يكون سهل التطاير للتخلص منه لاحقاً

- **العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني او (ماهي صفات الراسب الجيد)**

1- يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبانه قليله) لاجل عدم حصول خساره ملحوظة للمكون المراد تقديره .
2- يجب ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة فيه
3- يجب ان تكون هنالك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية ذات صيغة كيميائية معلومة وثابته ويمكن الوصول الى ذلك عادة عن طريق التجفيف او الحرق او المعاملة بكواشف كيميائية معلومة

- **العوامل المؤثرة على حجم دقائق الراسب**

او

- **العوامل او الشروط المؤثرة للحصول على راسب متبلور**

1- طبيعة الراسب وتركيب الكيميائي
2- ذوبانية الراسب : يفضل استخدام الرواسب ذات الذوبانية العالية لأنها تميل الى تكوين رواسب بلورية والعكس صحيح
3- درجة الحرارة حيث يفضل الترسيب عند درجات حرارة عالية لانه يؤدي الى تكوين راسب متبلور
4- يفضل اجراء الترسيب في المحاليل المخففه لان الترسيب في المحاليل المخففه يؤدي الى تكوين راسب متبلور

- **التركيب الكيميائي للراسب والحسابات في التحليل الكمي الوزني :**

تكون الخطوة النهائية في عملية التحليل الوزني بعد خطوة التجفيف او الحرق هي وزن الراسب بشكل دقيق حيث لا تكون الكتلة النهائية عادة للمكون المراد تقديره بل في اغلب الاحيان لمادة اخرى تحوي في تركيبها الكيميائي لهذا المكون

القوانين الخاصة بطريقة الترسيب (خطوات الحل)

1- ايجاد العامل الوزني

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{g/mol} \text{ للمكون}}{M_{g/mol} \text{ للراسب}}$
- G_f = العامل الوزني (بدون وحدات)
- a , b هما عدد ذرات العنصر المشترك في المكون والراسب ما عدا O و H حيث :

a = عدد ذرات العنصر في الراسب

b = عدد ذرات العنصر في المكون

العامل الوزني G_f : هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديرة الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر المراد تقديره

2- ايجاد كتلة المكون

- $m_{(g)} \text{ للمكون} = G_f * m_g \text{ الصيغة الوزنية او للراسب}$

3- ايجاد النسبة المئوية :

- $\% \text{ للمكون} = \frac{m_g \text{ المكون}}{m_g \text{ العينة}} * 100\%$
- $\% \text{ للمكون} = \frac{G_F * m_g \text{ للراسب}}{m_g \text{ العينة}} * 100\%$

ملاحظات

1- الكتلة بعد الكلمات تسخين ، حرق ،معاملة ، اذابة ، تحليل هي كتلة العينة

2- نعرف السؤال على الترسيب تكون الغاية من السؤال هي ترسيب ماده

3- المكون هو دائماً المجهول في السؤال والراسب هو المركب المراد ترسيبه

4- الصيغة الوزنية هي صيغة الراسب ماعدا اذا احتوى الراسب على جزيئات ماء فأن الصيغة الوزنيه لاتمثل صيغة الراسب

➢ مثال 6 – 4 | احسب العامل الوزني للكلور (المكون) $(M = 35.5\ g/mol)$ في راسب كلوريد الفضة $AgCl$ (راسب) $(M = 143.5\ g/mol)$

✓ الحل | | هنا طلب معامل وزني فقط الخطوة الاولى

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}\ g/mol}{M_{AgCl}\ g/mol}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5\ g/mol}{143.5\ g/mol}$

$G_f = \frac{35.5}{143.5} = 0.25$

➢ تمرين 6 – 3 | اكمل الجدول الاتي :

ت	المكون المراد تقديره	الصيغة الوزنية	العامل الوزني
1-	I	AgI	
2-	Ni	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	
3-	Fe_3O_4	Fe_2O_3	
4-	MgI_2	AgI	
5-	$NH_4Al(SO_4)_2$	Al_2O_3	

علماً ان الكتل المولية لكل من

$I = 127$, $Ni = 59$, $AgI = 235$, $MgI_2 = 278$, $Ni(C_4H_7N_2O_2)_2 = 289$
$Fe_3O_4 = 232$, $Fe_2O_3 = 160$, $Al_2O_3 = 102$, $NH_4Al(SO_4)_2 = 237$

✓ الحل ||

1- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_I}{M_{AgI}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{127}{235} = 0.54$

2- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Ni}}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{59}{289} = 0.204$

3- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{3} * \frac{232}{160} = 0.967$

4- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}}$

$G_f = \frac{1}{2} * \frac{278}{235} = 0.592$

5- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{NH_4Al(SO_4)_2}}{M_{Al_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{237}{102} = 4.647$

➢ تمرين 6 – 4 | احسب العامل الوزني للحديد $M = 56\frac{g}{mol}$ في Fe_2O_3 $M = 160\ g/mol$

✓ الحل ||

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe}}{M_{Fe_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{56}{160} = 0.7$

➢ سؤال 6 – 13 || احسب العامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}(M = 368\ g/mol)$
في $Mg_2P_2O_7(M = 222\ g/mol)$

✓ الحل ||

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}}{M_{Mg_2P_2O_7}}$

$G_f = \frac{2}{3} * \frac{368}{222} = 1.11$

➢ مثال 6 – 5 | تم ترسيب $3.164\ g$ من اوكزالات الكالسيوم ثم تم احراقها بشكل تام
ما كتلة اوكسيد الكالسيوم الناتجة من عملية احتراقها :
علماً ان $M_{Cao} = 56\ g/mol$ ، $M_{CaC_2O_4} = 128\ g/mol$

➢ الحل || نجد G_f ثم نجد الكتلة للمكون

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{CaO}}{M_{CaC_2O_4}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{56}{128} = 0.4375$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

$m_{g_{CaO}} = 0.4375 * 3.164\ g = 1.384\ g$

➢ تمرين 6 – 5 | تمت معاملة $120\ mg$ من مركب عضوي مع حامض النتريك ثم اضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كمياً على هيئة كلوريد الفضة .
احسب النسبة المئوية للكلور Cl $(M = 35.5\ g/mol)$ في المركب
اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت $153\ mg$
علما ان $(M_{AgCl} = 143.5\ g/mol)$

✓ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة الكلور من ثم نجد نسبته المئوية

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}}{M_{AgCl}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5}{143.5} = 0.25$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

$m_{g_{Cl}} = 0.25 * 153\ mg = 38.25\ mg$

- $\%Cl = \frac{m_{Cl}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%Cl = \frac{38.25\ mg}{120\ mg} * 100\%$

$\%Cl = 31.5\%$

➢ سؤال 6 – 6 | كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب $1.67\ g$ من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟

علماً ان $M_{KIO_3} = 214\ g/mol$, $M_{PbIO_3} = 557\ g/mol$

✓ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة يودات البوتاسيوم

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{KIO_3}}{M_{Pb(IO_3)_2}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{214}{557} = 0.768$

$m_{KIO_3} = G_f * m_{Pb(IO_3)_2}$

$m_{KIO_3} = 0.768 * 1.67\ g = 1.283\ g$

سؤال 6 – 17 | عند اذابة $0.5\ g$ من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI $(M = 150\ g/mol)$ في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايونات اليوديد بشكل تام ثم الحصول على $0.744\ g$ من يوديد الفضة $(M = 235\ g/mol)$

- احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح الغير نقي

✓ الحل || نجد G_f ل NaI ثم نجد كتلته ثم نجد النسبة المئوية له

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{NaI}}{M_{AgI}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{150}{235} = 0.638$

- $m_{NaI} = G_f * m_{AgI}$

$m_{NaI} = 0.638 * 0.744 = 0.474\ g$

- $\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%NaI = \frac{0.474}{0.5} * 100\%$

$\%NaI = 95\%$

تمرين 6 – 6 | تم ترسيب محتوى الالمنيوم الموجود في عينة كتلتها $0.764\ g$ بعد اذابتها على هيئة $Al_2O_3.XH_2O$ باستعمال زيادة من محلول الامونيا المائي NH_4OH وبعد فصل الراسب المتكون وغسلة ثم تجفيفه ليتحول الى Al_2O_3

1- عين صيغة الترسيب والصيغة الوزنية في عملية التحليل هذه

2- هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية

3- احسب النسبة المئوية ل Al_2O_3 ($M = 102\ g/mol$) في العينة اذا علمت ان الكتلة النهائية للصيغة الوزنية التي تم الحصول عليها كان مساوياً ل $0.127\ g$

4- احسب النسبة المئوية للألمنيوم ($M = 27\ \ g/mol$) في العينة

✓ **الحل ||**

1- الصيغة الوزنية Al_2O_3 وصيغة الترسيب $Al_2O_3.XH_2O$

2- عدد جزيئات الماء مجهول لذلك لا يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية

3- نجد النسب المئوية لل Al_2O_3 (هنا اعطى كتلة Al_2O_3 وكتلة العينة نجد نسبته المئوية مباشرة)

- $\%Al_2O_3 = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%Al_2O_3 = \frac{0.127\ g}{0.764\ g} * 100\%$

$\%Al_2O_3 = 16.62\ \%$

4- نجد النسبة المئوية للألنيوم

حيث نجد G_f ونجد m_g ثم النسبة المئوية

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Al}}{M_{Al_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{27}{102} = 0.53$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

$m_{g_{Al}} = 0.53 * 0.127\ g = 0.06731\ \ g$

- $\%Al = \frac{m_{Al}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%Al = \frac{0.06731}{0.764} * 100\%$

$\%Al = 8.8\ \%$

- **سؤال 6 – 16** | تم تحليل احد هاليدات الباريوم $BaX_2.2H_2O$ (حيث ان X تعني هالوجين) بطريقة وزنية بإذابة 0.266 g من هذا الملح في 200 ml من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لأتمام عملية ترسيب الباريوم Ba $(M = 137\ g/mol)$ على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ فأذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي 0.254 g مانوع الهالوجين الذي تمثله X في ملح الباريوم

- **الحل** || نجد العامل الوزني ثم نجد الكتلة المولية للمركب ونجد الكتلة الذرية للعنصر

- $m_{مكون} = G_f * m_{الراسب}$

$m_{BaX_2.2H_2OBaSO_4} = G_f * m_{BaSO_4}$

$0.266\ g = G_f * 0.254\ g$

$G_f = \frac{0.266\ g}{0.254\ g} = 1.047$

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{M_{BaSO_4}}$

$1.047 = \frac{1}{1} * \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{233}$

- $M_{BaX_2.2H_2O} = 233 \times 1.047 = 244\ g/mol$
- $M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g/mol$
- $137 * 1 + 2X + 2 * 18 = 244\ g/mol$
- $137 + 2X + 36 = 244\ g/mol$
- $173 + 2X += 244\ g/mol$
- $2X = 244\ g/mol - 173 = 71$
- $X = \frac{71}{2} = 35.3$

$X = 35.5\ g/mol$

العنصر هو الكلور Cl=35.5

انتبه | اي مركب يكون فيه عنصر مجهول (X) ويريد معرفة كتلته الذرية كما في السؤال اعلاه يجب نعرف الكتلة المولية للمركب الذي يحوي العنصر المجهول

❖ 6 – 6 التحليل الحجمي

هو طريقة من طرائق التحليل الكمي التي تعتمد على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي ذي تركيز معلوم عند تفاعله مع مكون مراد تقديره ذو تركيز مجهول


انقر على الباركود لمشاهدة شرح التحليل الحجمي ومسائل القسم 1

المحلول القياسي : هو المحلول الذي يحوي حجماً معيناً من الكاشف (عدد غرامات مكافئة او عدد مولات او عدد غرامات)

- **يكون المحلول القياسي نوعين**

1- **محلول قياسي اولي** :- ناتج من اذابة كتلة معلومة في مذيب حجمة معلوم
2- **محلول قياسي ثانوي** :- ناتج من عملية معايره حجم معلوم مع مادة قياسية اخرى (محلول محضر مسبقاً)

- **شروط المادة القياسية**

1- يجب ان تكون ذات نقاوة عالية
2- يجب ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (الرطوبة - CO_2) ولا تتأثر بالضوء
3- يفضل ان تكون لها كتلة مكافئة عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج اثناء الوزن
4- يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل في عملية التحليل (غالباً ما يكون الماء المقطر)
5- يفضل ان لا تكون سامة
6- يفضل ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة

- **التسحيح**

هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي (او بالعكس) لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ويكون الغاية منها ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة

- **نقطة التكافؤ**

هي نقطة نظرية يكون منها المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي (او بالعكس)

- **نقطة نهاية التفاعل**

هي نقطة ينتهي عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً باستخدام احد الدلائل المناسبة

- **الدليل**

هي مادة كيميائية تضاف الى محلول التسحيح ولا تشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

- **خطأ التسحيح**

هو مقياس لمدة الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل (العملية) في عملية التسحيح .

❖ **الشروط الواجب توفرها في عملية التسحيح**

1- يجب ان يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره والكاشف القياسي
2- ان يتجه التفاعل باتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي)
3- يجب ان يحدث التفاعل من الناحية العملية بشكل آني (تفاعل سريع جداً)
4- يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة التفاعل من الناحية العلمية

- **يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية المستخدمة في التسحيح الى :**

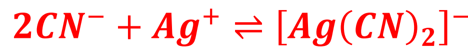
1- تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل)

يتضمن هذا النوع تسحيح حامض قوي مع قاعدة قوية حيث يتفاعل H^+ من الحامض من OH^- من القاعدة لتكوين الماء H_2O

2- تفاعل الملح مع الحامض او القاعدة : هو تفاعل ملح مع حامض او مع قاعدة

3- تفاعلات الترسيب :

يتضمن هذا النوع اتحاد الايون (عدا OH^- , H^+) لتكوين رواسب بسيطة مثل تفاعل Ag^+ مع Cl^- $\quad Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$



4- تفاعلات تكوين معقد

يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات (عدا OH^- , H^+) لتكوين معقدات تناسقية ذائبة في المحلول ولكنها قليلة التفكك

$$2CN^- + Ag^+ \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-$$

5- تفاعلات التأكسد والاختزال :

يتضمن هذا النوع من التفاعلات التي تحدث فيها تغيير في الاعداد التأكسدية ويكون المحلول القياسي اما عامل مؤكسد او عامل مختزل

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة بالتسحيح

التركيز المولاري M : المحلول ذو تركيز واحد مولاري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مول واحد من المحلول

$$M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$$

الكتلة المكافئة : هي كتلة المادة التي تكافئ تماماً كمية ثابته من مادة اخرى و هي كمية غير ثابته وقد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه

η ايتا = الجزء الفعال

$$EM_{g/eq} = \frac{M_{g/mol}}{\eta}$$

- التركيز العياري (النورمالي) N : المحلول ذو التركيز واحد عياري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مكافئ غرامي من المذاب في لتر واحد من المحلول

$$N_{eq/L} = \frac{m_g}{EM_{g/eq} * V_L}$$

- ملاحظات مهمة :

1- الأيتا η في تفاعلات التعادل (حامض قوي مع قاعدة قوية)
  - η للحامض = عدد ذ ات H^+ المتأينة (المصروفة في التفاعل)
  - η للقاعدة = عدد مجاميع OH^- المتأينة (المصروفة في التفاعل)

2- الأيتا η في تفاعلات الاملاح :

هي عدد مولات الحامض القوي او القاعدة القوية المتفاعلة مع الملح

3- الأيتا η في تفاعلات التأكسد والاختزال الفرق بعدد التأكسد للعنصر متغيرعدد التأكسد

4- الأيتا η في تفاعلات الترسيب :

هي عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

η = تكافؤها * عدد الايونات الموجبة

5- الأيتا η في تفاعلات تكوين المعقدات :

هي عدد المزدوجات الالكترونية الممنوحة او المكتسبة

η = عدد المخالب * عدد جزيئات الليكند

- انتبه | مهم ان تعرف انواع التفاعلات حيث :

1- تفاعلات التعادل هو تفاعل حامض مع قاعدة

- $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

  للحامض $\eta = 1$ للقاعدة $\eta = 1$

- $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

  للحامض $\eta = 2$ للقاعدة $\eta = 1$

2- تفاعلات الاملاح هو تفاعل ملح مع (حامض او قاعدة)



$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2CO_3 +$$

$\eta = 2$

$$K_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2KOH$$

$\eta = 2$

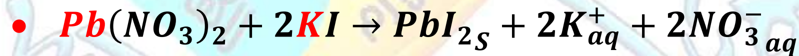
3- تفاعلات التأكسد و الاختزال يكون هناك تغيير في اعداد التأكسد

- $5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \rightarrow 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$

  $Fe \ \eta = 1$

  $MnO_4 \ \eta = 5$

4- تفاعلات الترسيب يكون المركب الناتج عادة مادة صلبة (S)



- $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_{2\,S} + 2K^+_{aq} + 2NO^-_{3\,aq}$

η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

$\eta_{Pb} = 1 \times +2 = 2$ $\qquad$ $\eta_K = 1 \times +1 = 1$

5- تفاعلات تكوين المعقد يكون المركب الناتج معقد تناسقي

- $AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2] + K^+ + NO_3^-$

η = عدد جزيئات الليكند * عدد المخالب

$[Ag(CN)_2] \quad \eta = 2 * 1 = 2$ $\qquad$ $KCN \quad \eta = 1 * 1 = 1$

- تقسم مسائل التحليل الحجمي الى ثلاثة اقسام

❖ القسم الاول

حساب الكتلة المكافئة | خطوات الحل

1- ايجاد الكتلة المولية للمادة المراد حساب الكتلة المكافئة لها

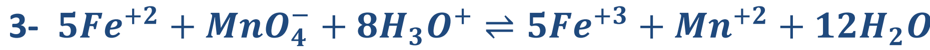
2- ايجاد η الايتا لنفس المادة

3- ايجاد الكتلة المكافئة للمادة $\quad EM_{g/eq} = \dfrac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}}$

➢ **مثال 6 – 6** | احسب الكتلة المكافئة لكل من المواد المشتركة في التفاعلات الاتية .


1- $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_{2(S)} + 2K^+ + 2NO_3^-$


2- $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$


3- $5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$


4- $AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + NO_3^-$

❖ **علماً ان الكتل الذرية هي :**

H = 1 , O= 16 , pb= 207 , N=14, K=39, I=127, S=32 , Na=23, Fe=56, Mn=55 , Ag=108, C= 12 ,

✓ **الحل** || نجد الكتلة لكل مركب ثم نجد η له ثم نجد الكتلة المكافئة

✓


1- $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_S + 2K^+ + 2NO_3^-$ **تفاعل ترسيب**

-  $Pb(NO_3)_2$

  1- $M = 1 * 207 + (1 * 14 + 3 * 16) * 2 = 331\ g/mol$

  2- η = عدد الايونات الموجبة * عدد تكافؤها

  $\eta = 1 \times +2 = +2$

  3- $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{331}{2} = 165.5\ g/eq$

-  KI

  1- $M = 1 * 39 + (1 * 127) = 166\ g/mol$

  2- η = عدد الايونات الموجبة * عدد تكافؤها

  $\eta = 1 * +1 = +1$

  3- $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{166}{1} = 166\ g/eq$


2- $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ **تفاعل حامض مع قاعدة**

-  H_2SO_4

  1- $M = 2 * 1 + 1 * 32 + 4 * 16 = 98\ g/mol$

  2- η = عدد ذرات H^+ المتأينة

  $\eta = 2$

- $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{98}{2} = 49 g/eq$

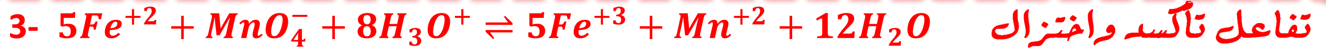
   $NaOH$

  1-$M = 1 * 23 + 1 * 16 + 1 * 1 = 40\ g/mol$

  2-η = عدد مجاميع OH^- المتأينة

  $\eta = 1$

  3-$EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{40}{1} = 40 g/eq$



3- $5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$ تفاعل تأكسد واختزال

- Fe^{+2}

1. $M = 56\ g/mol$
2. $\eta =$ عدد الالكترونات المفقودة
   $\eta = 1$
3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{56}{1} = 56\ g/eq$

- MnO_4^-

1. $M = 1 * 55 + 4 * 16 = 119\ \ g/mol$
2. $\eta =$ عدد الالكترونات المكتسبة
   $\eta = 5$
3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{119}{5} = 23.8\ g/eq$

4- $AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + NO_3^-$

❖ من الواضح ان التفاعل هو تفاعل تكوين معقد تناسقي



- $AgNO_3$

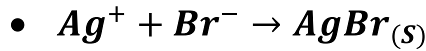
1. $M = 1 * 108 + 1 * 14 + 3 * 16 = 170\ g/mol$
2. $\eta =$ عدد المخالب * عدد جزيئات الليكند المكتسبة
   $\eta = 2 * 1 = 2$
3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{170}{2} = 85\ g/eq$

- KCN

1. $M = 1 * 39 + 1 * 12 + 1 * 14 = 65\ g/mol$
2. $\eta =$ عدد المخالب * عدد جزيئات الليكند
   $\eta = 1 * 1 = 1$
3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{65}{1} = 65\ g/eq$

➢ تمرين 6 – 7 | احسب قيم M , η والكتلة المكافئة المواد المبينة ادناه

أ- $AgNO_3$ في تفاعل الترسيب الاتي :



- $Ag^+ + Br^- \rightarrow AgBr_{(S)}$

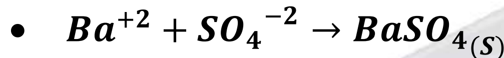
1) $M = 1 * 108 + 14 * 1 + 16 * 3 = 170 \ g/mol$

2) η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

   $\eta = 1 * 1 = 1$

3) $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{170}{1} = 170 \ g/eq$

ب- $BaCl_2$ في تفاعل الترسيب الاتي :



- $Ba^{+2} + SO_4{}^{-2} \rightarrow BaSO_{4(S)}$

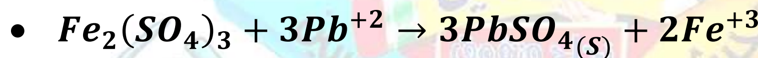
1) $M = 137 * 1 + 35.3 * 2 = 208 \ g/mol$

2) η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

   $\eta = 1 * 2 = 2$

3) $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{208}{2} = 104 \ g/eq$

ج- $Fe_2(SO_4)_3$ في تفاعل الترسيب الاتي :



- $Fe_2(SO_4)_3 + 3Pb^{+2} \rightarrow 3PbSO_{4(S)} + 2Fe^{+3}$

1) $M = 56 * 2 + 32 * 3 + 16 * 12 = 400 \ g/mol$

2) η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

   $\eta = 2 * 3 = 6$

3) $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{400}{6} = 66.66 \ g/eq$

د- Na_2CO_3 في تفاعل الملح مع الحامض



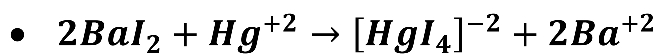
- $Na_2CO_3 + 2H^+ \rightarrow 2Na + CO_2 + H_2O$

1. $M = 23 * 2 + 12 * 1 + 16 * 3 = 106 \ g/mol$
2. η = عدد مولات الحامض

   $\eta = 2$

3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{106}{2} = 53 \ g/eq$

هـ - BaI_2 في تفاعل تكوين المعقد



- $2BaI_2 + Hg^{+2} \rightarrow [HgI_4]^{-2} + 2Ba^{+2}$

1. $M = 137 * 1 + 127 * 2 = 391 \ g/mol$
2. η = عدد مخالبة * عدد جزئيات الليكند

   $\eta = 2 * 1 = 2$

3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{391}{2} = 195.5 \ g/eq$

و- $Na_2S_2O_3$ بتفاعل تأكسد واختزال الاتي

- $2S_2O_3^{-2} \rightarrow S_4O_6^{-2}$

1. $M = 23*2 + 32*2 + 16*3 = 158\ g/mol$
2. η = الفرق بعدد التأكسد

   $\eta = 1$
3. $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/moL}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{158}{1} = 158g/eq$



انقر على الباركود لمشاهدة شرح مسائل التحليل الحجمي قسم 2

❖ القسم الثاني

مسائل حساب N و $M_{mol/L}$ و m_g (مادة واحدة في السؤال القوانين المستخدمة)

1) $N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

2) $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L \Leftrightarrow M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/moL} * V_L}$

3) $m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L \Leftrightarrow N_{eq/L} = \frac{m_g}{EM_{g/eq} * V_L}$

ملاحظات

1) في السؤال كتله وتركيز مولاري (احدهما معلوم والاخر مجهول) نستخدم قانون

$$m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$$

2) في السؤال كتله وتركيز نورمالي (احدهما معلوم والاخر مجهول) نستخدم قانون

$$m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L$$

3) يمكن تحويل النورمالية الى مولارية او بالعكس نستخدم القانون

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$

4) يمكن تحويل الكتلة المولية الى كتلة مكافئة او العكس من القانون

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

➢

➢ مثال 6 – 7 عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $\eta = 2\ eq/mol$ احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه يساوي $0.23\ mol/L$

✓ الحل ||

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$

$$N_{eq/L} = 2\ eq/mol * 0.23\ mol/L = 0.46\ eq/L$$

تمرين 6 – 11 | تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ما قيمة η لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي $0.05\ M$ ؟

✓ الحل ||

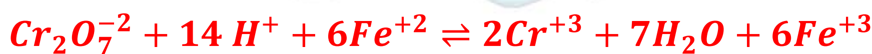
- $\underset{+7}{KMnO_4} \rightarrow \underset{+4}{MnO_2}$
- η = عدد الالكترونات المكتسبة
  $\eta = 3\ eq/mol$
- $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$
  $N = 3 * 0.05 = 0.15\ eq/L$

➢ تمرين 6 – 9 | ماهي الكتلة اللازمة من $NaOH$ لتحضير $500\ ml$ من محلول تركيزه $0.2\ M$ ؟

✓ الحل || نجد الكتلة من العلاقة $m_g = M * M\ g/mol\ * V_L$

- $V_L = \frac{500\ ml}{1000ml/L} = 0.5\ L$
- $M_{NaOH} = 23 * 1 + 16 * 1 + 1 * 1 = 40\ \ g/mol$
- $m_g = M * M\ g/mol\ * V_L$
  $m_g = 0.2\ * 40 * 0.5 = 4\ g$

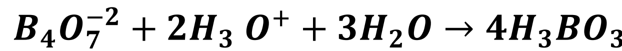
➢ تمرين 6 – 8 | ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12\ N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي



$$Cr_2O_7^{-2} + 14\ H^+ + 6Fe^{+2} \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O + 6Fe^{+3}$$

✓ الحل || نستخدم العلاقة $m_g = N * EM * V_L$ لذلك نحتاج الى ايجاد η ثم حساب EM

- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-$
- $\eta = 6\ eq/mol$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{294g/mol}{6eq/mol} = 49\ g/eq$
  $m_g = N * EM * V_L$
  $m_g = 0.12 * 49 * 2 = 11.76\ g$



➢ تمرين 6 – 10 | احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية :

1) $350\ ml$ من $0.125M$ من نترات الفضة

2) $250\ ml$ من $0.1\ N$ من محلول البوراكس $M = 381\ g/mol$ $Na_2B_4O_7.10H_2O$ المستعمل في التفاعل التالي

$$B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$$

الحل ||

1)

- $M_{AgNO_3} = 108 * 1 + 14 * 1 + 16 * 3 = 170 \frac{g}{mol}$
- $V_L = \frac{350\ ml}{1000\ \frac{ml}{L}} = 0.35\ L$
- $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$

  $m_g = 0.125 * 170 * 0.35$

  $m_g = 7.44\ g$

2) $B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$

- من الواضح ان التفاعل هو تفاعل حامض مع ملح لذلك :

- η = عدد مولات الحامض

  $\eta = 2\ eq/mol$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5\ g/eq$
- $m_g = N * EM * V_L$

  $m_g = 0.1 * 190.5 * 0.25 \Leftarrow \frac{250ml}{1000}$

  $m_g = 4.76\ g$



➢ سؤال 6 – 9 | ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة $9.5g$ من هذه المادة في $2L$ من المحلول المستعمل في تفاعل (حامض – قاعدة)

✓ الحل || نجد الكتلة المولية ثم نجد المولارية ونجد الايتا η ثم نجد العيارية N

- $M_{Ba(OH)_2} = 137 * 1 + 1 * 2 + 16 * 2 = 171\ g/mol$
- $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

  $9.5\ g = M_{mol/L} * 171 * 2$
- $M_{mol/L} = \frac{9.5}{171*2} = 0.027\ M$

- $\eta =$ عدد مجاميع OH^- المتأينة

  $\eta = 2\ eq/mol$
- $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

  $N = 2 * 0.027 = 0.054\ eq/L$

➢ **سؤال 6 – 19 |** احسب الكتلة المكافئة وعيارية محلول تركيزه $6.0\ M$ من حامض H_3PO_4 $(M = 98\ g/mol)$ عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية :

1- $H_3PO_4 + 3OH^- \rightleftharpoons PO_4^{-3} + 3H_2O$
2- $H_3PO_4 + 2NH_3 \rightleftharpoons HPO_4^{-2}$
3- $H_3PO_4 + F^- \rightleftharpoons H_2PO_4^- + HF$

✓ **الحل ||**

1. $H_3PO_4 + 3OH^- \rightleftharpoons PO_4^{-3} + 3H_2O$

تفاعل حامض – قاعدة

- $\eta =$ عدد H^+ المتأين

  $\eta = 3$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{3} = 32.67\ g/eq$
- $N = \eta * M$

  $N = 3 * 6 = 18\ eq/L$



$H_3PO_4 + 2NH_3 \rightleftharpoons HPO_4^{-2}$

تفاعل حامض – قاعدة

- $\eta =$ عدد H^+ المتأين

  $\eta = 2$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{2} = 49\ g/eq$
- $N = \eta * M$

  $N = 2 * 6 = 12\ eq/L$



$H_3PO_4 + F^- \rightleftharpoons H_2PO_4^- + HF$

تفاعل حامض – قاعدة

- $\eta =$ عدد H^+ المتأين

  $\eta = 1$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{1} = 98\ g/eq$
- $N = \eta * M$

  $N = 1 * 6 = 6\ eq/L$

الادوات المستعملة في التحليل الحجمي

1- الدورق الحجمي : يستعمل القياس حجم المحلول بشكل دقيق اثناء عملية تحضيره
2- السحاحة : تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك في عملية التسحيح بدقة
3- الماصة : تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول

حساب نتائج التحليل الحجمي

ان الهدف من اجراء اي عملية تحليل حجمية بطريقة التسحيح هو اضافة محلول قياسي بكمية مكافئة كيميائياً للمادة المجهولة الكمية وهذا الشرط يتحقق في عملية التسحيح من الناحية النظرية بنقطة التكافؤ و النقطة العملية نقطة نهاية التفاعل .



انقر على الباركود لمشاهدة شرح مسائل التحليل الحجمي قسم 3

❖ القسم الثالث | مسائل التسحيح

مادتين بينهما تسحيح او معايرة او مكافئة او معادلة

القوانين المستخدمة في مسائل التسحيح

التركيز المولاري M	التركيز النورمالي N
n مجهول = n معلوم	eq مجهول = eq معلوم
	$eq = N\,V$ ، $eq = \frac{m\,(g)}{EM}$
$\frac{(M\,V)_{\text{مادة مجهولة}}}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}} = \frac{(M\,V)_{\text{مادة معلومة}}}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}}$	$(N\,V)_{\text{مجهول}} = (N\,V)_{\text{معلوم}}$
$m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$	$m_g = N_{eq/L} * V_L * EM_{g/eq}$

الحجم ب ml

الحجم باللتر

- **ملاحظة ||** اذا اعطى في السؤال مولاري M نستخدم قانون $(MV)_{\text{مجهول}} = (MV)_{\text{معلوم}}$
  واذا اعطى في السؤال نورمالي N نستخدم قانون: $(NV)_{\text{مجهول}} = (NV)_{\text{معلوم}}$
- الحجوم بـ ml في القانون اذا لم توجد كتلة اما اذا توجد كتلة الحجم ب اللتر L

➢ ملاحظة مهمة /// التسحيح يكون بين مادتين معلومة (معلومة الحجم والتركيز) ومادة مجهولة (المراد حساب لها تركيز او حجم او كتلة او نسبة مئوية) في بداية الحل يجب ان نعرف ايهما مادة معلومة والمجهولة ثم نساوي تركيز وحجم المادة المعلومة مع تركيز وحجم المادة المجهولة

➢ سؤال 6 – 8 | ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟

➢ اذا علمت ان $36.7\ ml$ من محلول هذا الحامض تكافئ $43.2\ ml$ من محلول $0.236\ M$ هيدروكسيد الصوديوم

✓ الحل ||



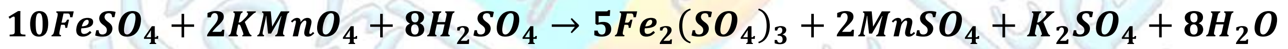
$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

- $MV_{HCl\ مجهول} = MV_{NaOH\ معلوم}$

$$M_{HCl} = \frac{MV_{NaOH}}{V_{HCl}}$$

$$M_{HCl} = \frac{0.236\ M*43.2\ ml}{36.7\ ml} = 0.278\ M$$

➢ سؤال 6 – 11 | ما حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه $0.2\ M$ اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد واختزال) $40\ ml$ من محلول $0.1\ M$ كبريتات الحديد II في محيط حامض ؟ معادلة التسحيح هي :



$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

✓ الحل ||

- $\frac{MV_{FeSO_4\ معلوم}}{10} = \frac{MV_{KMnO_4\ مجهول}}{2}$

$$\frac{0.1*40ml}{10} = \frac{0.2*V}{2}$$

$$V_{KMnO_4} = \frac{0.1\ M*40\ ml*2}{0.2\ M*10} = 4\ ml$$

➢ سؤال 6 – 15 | لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح $25\ ml$ منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز $0.08\ M$ وكان حجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $47.1\ ml$

- احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم
- ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في $500\ ml$ من هذا المحلول .
- علماً ان $M_{NaOH} = 40\ g/mol$



✓ **الحل ||** في تفاعل الحامض مع القاعدة غالبا لايعطي معادلة معادلة نحن نكتب المعادلة بحيث نوازن H الحامض مع OH القاعدة

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

1) $\frac{MV}{1}\ H_2SO_4 = \frac{MV}{2}\ NaOH$

$\frac{47.1\ ml * 0.08}{1} = \frac{M * 25\ ml}{2}$

$M_{NaOH} = \frac{0.08 * 47.1\ ml * 2}{25\ ml} = 0.3\ M$

2) $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

$m_g = 0.3\ mol/L * 40\ g/mol * 0.5\ L \quad \Leftarrow \quad \frac{500ml}{1000} = 0.5\ L$

$m_g = 6\ g$

➢ **مثال 6 – 8 |** في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تطلب تسحيح $0.1743\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض اضافة $39.82\ ml$ من $0.09\ M$ من محلول القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

- احسب النسبة المئوية للحامض في العينة



✓ **الحل ||** نجد التركيز والحجم للحامض ثم نجد كتلته ثم النسبة المئوية

الحامض مادة معلومة والقاعدة مادة مجهولة نساوي المعلوم مع المجهول

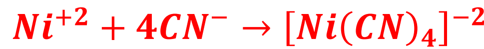
$$H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + H_2O$$

- $\frac{MV_{H_2C_2O_4}}{1} = \frac{MV_{NaOH}}{2} \qquad V_{L\ \text{قاعدة}} = \frac{39.82}{1000} = 0.03982\ L$
- $MV_{\text{حامض}} = \frac{0.09\ (mol/L) * 0.03982\ L}{2}$

  $MV_{\text{حامض}} = 1.79 * 10^{-3} mol$
- $m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$

  $m_{g\ (H_2C_2O_4)} = 1.79 * 10^{-3} * 90 = 0.16\ g$
- $\% \ H_2C_2O_4 = \frac{m_g\ \text{حامض}}{m_g\ \text{العينة}} * 100\%$

$$\% = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} * 100\% = 91.8\ \%$$



تمرين 6 – 12 | تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية التسحيح تعتمد على التفاعل التالي :

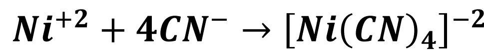
$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

- فاذا علمت ان $160\ mg$ من العينة قد استهلكت في تسحيح $38.3\ ml$ من محلول KCN القياسي بتركيز $0.137\ N$ للوصول الى نقطة نهاية التفاعل
- احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل $(M = 165\ g/mol)$ في العينة

✓ **الحل** || المادة المعلومة KCN والمادة المجهولة هي اوكسيد النيكل Ni_2O_3

$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

- معادلة تكوين معقد



- $\eta_{Ni} = 4\ eq/mol$
  $\eta_{Ni_2O_3} = \eta_{Ni} * 2 = 8\ eq/mol$
- $EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{\eta} = \frac{165}{8} = 20.62\ g/eq$
- $NV_{Ni_2O_3} = NV_{KCN}$
  $NV_{Ni_2O_3} = 0.137\ eq/L * 0.0383\ L = 5.24 * 10^{-3}$
- $mg_{\ Ni_2O_3} = N * V * EM$
  $mg_{\ Ni_2O_3} = 5.24 * 10^{-3} * 20.62 = 108 * 10^{-3}\ g$
  $m_g = 108 * 10^{-3} * 1000 = 108\ mg$
- $\%\ Ni_2O_3 = \frac{m_{mg}\ Ni_2O_3}{m_{mg}\ \text{العينة}} * 100\% \Rightarrow \% = \frac{108\ mg}{160\ mg} * 100\%$
  $\% = 67.5\ \%$

➢ **تمرين 6 – 13** | تمت معايرة $0.958\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك $M = 60\ g/mol$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225\ N$ فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $33.6\ ml$ احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة .

✓ **الحل** || نجد وتركيز الحامض ثم نحسب كتلته ثم النسبة المئوية له :

✓ حامض الخليك CH_3COOH هو المادة المجهولة وهيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مادة معلومة

✓ $V_{(L)NaOH} = \frac{33.6\ ml}{1000} = 0.0336\ L$

✓ $NV_{CH_3COOH} = NV_{NaOH}$

$NV_{CH_3COOH} = 0.225\ eq/L * 0.0336\ L = 7.56 * 10^{-3}\ eq$

- ✓ $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{60}{1} = 60 \ g/eq$
- ✓ $mg_{\ CH_3COOH} = N * V * EM$
- ✓ $mg_{\ CH_3COOH} = 7.56 * 10^{-3} * 60 = 0.4536 \ g$
- ✓ $\% \ CH_3COOH = \frac{m_{\ g} \ CH_3COOH}{m_{\ g} \text{ العينة}} * 100\%$

$\% \ CH_3COOH = \frac{0.4536 \ g}{0.958 \ g} * 100\% = 47.3 \ \%$

➢ سؤال 6 – 10 | ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من

أ- مزج 10 ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10 ml من الماء

ب- مزج 10ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 20 ml من محلول 0.3 M من كلوريد الصوديوم

✓ الحل ||

✓ أ انتبه هنا تخفيف بالماء وليس تسحيح لذا نستخدم قانون التخفيف

- $M_1V_1 = M_2V_2$
- $V_2 = V_1 + V_2$

  $V_2 = 10 + 10 = 20 \ ml$
- $\frac{M_1V_1}{\text{قبل التخفيف}} = \frac{M_2V_2}{\text{بعد التخفيف}} \Rightarrow 10 \ ml * 0.15 = M_2 * 20$

  $M_2 = \frac{10*0.15}{20} = 0.075 \ M$
- ب انتبه هنا اضافة مادة الى مادة تشبهها يعني اي ان المادة الناتجة $n_1 + n_2 = n_3$
- $V_3 = V_1 + V_2 \ \Rightarrow \ V_3 = 10 + 20 = 30 \ ml$
- $M_1V_1 + M_2V_2 = M_3V_3$
- $0.15 * 10 + 0.3 * 20 = M_3 * 30$
- $1.5 + 6 = M_3 * 30$
- $M_3 = \frac{7.5}{30} = 0.25 \ M$

➢ سؤال 6 – 14 | تمت معايرة 50 ml من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$
بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي تركيز $0.145\ N$
فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم
للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب :

أ- التركيز العياري للحامض HIO_3

ب-ماهي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد
حسب التفاعل الاتي .



$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \rightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

✓ الحل

✓ أ || الحامض HIO_3 هو المادة المجهولة والقاعدة $NaOH$ المادة المعلومة

- $N\,V_{NaOH} = N\,V_{HIO_3}$
- $0.145\ N * 45.8ml = N_2 * 50\ ml$

$N_{HIO_3} = \frac{0.145*45.8}{50} = 0.13\ N$

ب اذا طلب عيارية الحامض نفسه لكن في تفاعلين مختلفين نطبق القانون

في التفاعل الاول الايتا للحامض 1 لانه تفاعل حامض مع قاعدة اما في التفاعل الثاني هو تفاعل تأكسد واختزال لذلك الايتا في التفاعل الثاني هو الفرق بعدد التأكسد= 4

- $\frac{N_1}{\eta_1}$ تفاعل الاول = $\frac{N_2}{\eta_2}$ تفاعل الثاني
- $\eta =$ الفرق بعدد التأكسد

$\eta_{HIO_3} = 4\ eq/mol$

- $\frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2}$

$\frac{0.13}{1} = \frac{N}{4}$

$N_{HIO_3} = 0.13 * 4 = 0.52\ N$

- **ملاحظة** //اذا طلب عيارية مادة في سؤال مرتين كل مرة بتفاعل مختلف نستخدم القانون

$\frac{N_1}{\eta_1}$ تفاعل الاول = $\frac{N_2}{\eta_2}$ تفاعل الثاني

➢ سؤال 6 – 21 | اضيف $20ml$ من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.3\ N$ الى كمية وافرة من محلول يوديد البوتاسيوم المحمض فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايو كبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$

- حسب التفاعل التالي :



$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightleftharpoons 2NaI + Na_2S_4O_6$$

- حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب :

أ – عيارية محلول $Na_2S_2O_3$

ب – عدد غرامات ثايو كبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ المذابة في $1\ L$ من هذا المحلول .

✓ الحل :

أ– المادة المعلومة $KMnO_4$ والمادة المجهولة هي $Na_2S_2O_3$

✓ $NV_{KMnO_4} = NV_{Na_2S_2O_3}$

$0.3\ N * 20\ ml = N_2 * 25\ ml$

$N_{Na_2S_2O_3} = \frac{0.3\ N * 20\ ml}{25ml} = 0.24\ N$

ب –

✓ $\eta = 1\ eq/mol$

✓ $EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{158g/mol}{1eq/mol} = 158\ g/eq$

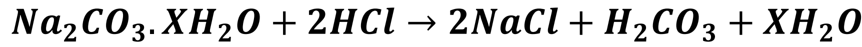
- $m_g = N * V_L * EM_{g/eq}$

$m_g = 0.24\ eq/L * 1\ L * 158\ g/eq$

$m_g = 37.92\ g$

سؤال 6 – 18 | اذيب $4.29\ g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3.XH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250\ ml$ فأذا علمت ان $25\ ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15\ ml$ من محلول HCl عياريته $0.2\ N$ لمكافئته .ما عدد جزيئات الماء X في الصيغه الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية

✓ الحل || نجد عيارية كبريتات الصوديوم المائية ثم نجد كتلته المولية ثم نحسب قيمة X عدد جزيئات الماء



$$Na_2CO_3.XH_2O + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2CO_3 + XH_2O$$

- تفاعل ملح + حامض

- $\eta =$ عدد مولات الحامض

  $\eta = 2\ eq/mol$
- $N\ V_{(HCl)} = N\ V_{(Na_2CO_3.XH_2O)}$

  $0.2\ N * 15\ ml = N_2 * 25\ ml$

  $N_{(Na_2CO_3.XH_2O)} = \frac{0.2\ N*15\ ml}{25ml} = 0.12\ N$
- $m_g = N * EM * V_L \Leftarrow \frac{250ml}{1000} = 0.25\ L$

  $4.29\ g = 0.12 * EM * 0.25\ L$
- $EM = \frac{4.29\ g}{0.12*0.25} = 143\ g/eq$

  $EM = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 143\ g/eq = \frac{M_{g/mol}}{2\ eq/mol}$
- $M_{g/mol} = 143 * 2 = 286\ g/mol$

  $Na_2CO_3.XH_2O = 286\ g/mol$

  $23*2 + 12*1 + 16*3 + X*(1*2 + 16*1) = 286\ g/mol$
- $18X = 286 - 46 - 12 - 48$
- $18X = 180 \Rightarrow X = \frac{180}{18} = 10$

➢ **سؤال 6 – 20** | اذيب $2.5\ g$ من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية MCO_3 حيث ان M تمثل فلز في $100\ ml$ من محلول حامضي تركيزه $0.6\ N$ وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة $50\ ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيز $0.2\ N$ لمعادلته احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته ؟

✓ **الحل** || نجد EM ثم $M_{g/mol}$ لكاربونات الفلز ثم نجد الكتله الذرية للفلز ونحدد هويته

- من السؤال نعرف ان

- $eq_{حامض} = eq_{قاعدة} + eq_{ملح}$
- $NV_{حامض} = NV_{قاعدة} + NV_{ملح}$ ⟶ $NV = \frac{m\ g}{EM}$
- $0.6 * 0.1 = 0.2\ N * 0.05\ L + \frac{2.5\ g}{EM}$
- $0.06 = 0.01 + \frac{2.5\ g}{EM}$ $\quad V_{L\ حامض} = \frac{100}{1000} = 0.1\ L$
- $\frac{2.5\ g}{EM} = 0.06\ N - 0.01\ eq$ $\quad V_{L\ قاعدة} = \frac{50}{1000} = 0.05\ L$

  $\frac{2.5\ g}{EM} = 0.05 \Rightarrow EM = \frac{2.5\ g}{0.05\ eq} = 50\ g/eq$
- $\eta =$ عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

  $\eta = 1 * +2 = 2\ eq/mol$
- $EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow 50\ g/eq = \frac{M_{g/mol}}{2}$

  $M_{g/mol} = 50\ g/eq * 2\ eq/mol = 100\ g/mol$

  $MCO_3 = 100$
- $M + 12 * 1 + 16 * 3 = 100$

  $M + 60 = 100 \Rightarrow M = 100 - 60 = 40\ g/mol$

- ∴ هو عنصر الكالسيوم Ca

➢ سؤال 6 – 22 | ما كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $M = 233\ g/mol$ التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ $M = 208\ g/mol$ مع $100ml$ من حامض الكبريتيك $M = 98\ g/mol$

- علماً بأن $20\ ml$ من نفس الحامض تحتاج الى $16\ ml$ من $NaOH$ تركيزها $0.10\ M$ لمعادلته

✓ الحل || نجد تركيز حامض الكبريتيك ثم نجد عدد مولاته ثم نعمل نسبة وتناسب بين مولات حامض الكبريتيك ومولات كبريتات الباريوم حيث نجد مولات كبريتات الباريوم ثم نجد كتلتها



$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

- $\frac{M\,V}{1}\ H_2SO_4 = \frac{M\ V}{2}\ NaOH$

$$\frac{M_{H_2SO_4} * 20\ ml}{1} = \frac{(0.1 * 16\ ml)}{2}$$

$$M_{H_2SO_4} = \frac{(0.1 * 16ml)}{20 * 2} = 0.04\ M$$

- $n = M_{mol/L} * V_L$ $\qquad V_{L\ H_2SO_4} = \frac{100}{1000} = 0.1\ L$

$$n\ H_2SO_4 = 0.04\ mol/L * 0.1\ L$$

$$n = 0.004\ mol$$



$$H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$$

- $1 \qquad 1$

$$0.004 \qquad n$$

$$n_{\ BaSO_4} = 0.004\ mol$$

$$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.004\ mol = \frac{m_g}{233 g/mol}$$

$$m_g = 0.004 * 233 = 0.932\ g$$

➢ سؤال 6 – 5 | اكمل الفراغات الاتية

1- ايون Cr^{+3} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة .الثالثة . ويترسب عند اضافة ..هيدروكسيد الامونيوم .. بوجود .. كلوريد الامونيوم ...

2- العامل المرسب للأيونات الموجبة للمجموعة الرابعة هو .. كاربونات الامونيوم .. بوجود العوامل المساعدة . هيدروكسيد الامونيوم.. و . كلوريد الامونيوم ...

3- محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عيارته $0.3\ N$ فأن مولارية المحلول = 0.05 M

4- محلول من مركب مولاريته $0.2\ M$ وعيارته $1\ eq/L$ فأن قيمة η للمركب = $5\ eq/mol$

5- عند $5.7\ mg$ من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقة التام $15.675\ mg$ من غاز CO_2 فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب = 25 %

➢ سؤال 6 – 12 | اختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي :

1- قيمة η لملح كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_2$ III المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي
أ – $4\ eq/mol$ ب- $5\ eq/mol$ جـ - $6\ eq/mol$

2- يمكن فصل ايون Cu^{+2} من ايون Ca^{+2} وذلك بإضافة :
أ- حامض HCl المخفف
ب- امرار غاز H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl في المحلول
ج- امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول

3- النسبة المئوية لمبيد الحشرات (DDT) $C_{16}H_9Cl_4$ في عينة غير نقية منه تم تحليل $0.74\ g$ منها وزنياً تعطي $0.253\ g$ من $AgCl$ هي :
أ- %17
ب- %19
ج- %21

4- تدعى الطريقة الوزنية المعتمدة على تسخين او حرق كتله معينة من عينة من جو من الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلته المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتله العينة بـ :
أ- طريقة التطاير المباشرة
ب- طريقة التطاير غير المباشرة
ج- طريقة الترسيب

5- في عمليات التحليل الوزني المعتمدة ع تفاعلات الترسيب :
أ- يفضل ان يتم الحصول ع راسب بشكل عائق غروي
ب- يفضل ان يتم الحصول على راسب متبلور
ج- لا يهمم نوع الراسب الذي يتم الحصول عليه

6- تمثل النسبة من الكتلة المولية للمكون المراد تقديره ال الكتلة المولية للصيغة الوزنية ع شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر او جزيئات المراد تقديره
أ- صيغة الترسيب
ب- الصيغة الوزنية
ج- بالعامل الوزني

7- تعرف كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مول واحد من المكون الفعال بـ :
أ- الكتلة المكافئة ب- الكتلة المولية جـ - الكتلة القياسية
ب-

8- عيارية المحلول الناتج من اذابة $13\ g$ من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في $500\ ml$ من الماء النقي هي : أ- $0.53\ mol/$ ب- $0.53\ eq/L$ جـ - $3.18\ eq/L$

تم بعون الله انتهى الفصل السادس

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل السابع

الاستاذ : هاشم الغرباوي

بعض النصائح المهمه حول الفصل السابع (الكيمياء العضوية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

1- هاليدات الالكيل (تحضيرها و خواصها الكيميائيه)
2- الكحولات (تحضيرها وخواصها الكيميائية والتميز بين انواع الكحولات)
3- الحوامض الكاربوكسيلية(تحضيرها)
4- الالديهايدات والكيتونات (التمييز بينها)
5- الاسترات (خواصها الكيميائيه)

الكيمياء العضوية علاجها القراءة المتكرره (سريعة الحفظ والفهم سريعة النسيان)

ملخص الفصل السابع

ملاحظة : التسمية واردة وزاري

1- **هاليدات الالكيل** : تحضر من اضافة HX الى الالكين اما خواصها الكيميائية تفاعل هاليدات الالكيل مع KOH المائي والكحولي وكذلك تفاعل هاليد الالكيل مع Mg مهم جدا

2- **الكحولات** : تحضر من اضافة H_2O الى الالكين اما خواصها الكيميائية مهمه جدا منها التمييز بين الكحولات الاولية والثانوية والثالثية بواسطة كاشف لوكاس

3- **الايثرات** : تحضر من تفاعل Na مع الكحولات ثم مفاعلة المركب مع هاليد الكيل مناسب ومن خواصها الكيميائية تفاعل الايثر مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن ويستخدم هذا التفاعل للتمييز بين الايثر والالكان

4- **الالديهايدات والكيتونات**: تحضر الالديهايدات من اكسدة الكحولات الاولية اكسدة غير تامة وتحضر الكيتونات من اكسدة الكحولات الثانوية اكسدة تامة اما خواصها الكيميائية مهمه واهم تفاعل فيها هو تفاعل الالديهايدات مع كاشف تولن ومحلول فهلنك وعدم تفاعل الكيتون معهما (طريقة للتمييز بين الالديهايدات والكيتونات)

5- **الحوامض الكاربوكسيلية** : تحضر الحوامض الكاربوكسيلية المقابله من اكسدة الكحولات الاولية اكسدة تامة والغير مقابلة تحضر من تحويل المركب الذي يبتدأ منه الى هاليد الكيل ثم الى كاشف كرينيارد ثم مفاعلة مع CO_2 ثم تحلل مائي . اما خواصها الكيميائية ايضا مهمه

6- **الاسترات** : تحضر من تفاعل الحامض الكاربوكسيلي مع الكحولات اما خواصها الكيميائية مهمه جدا (تحلل الاستر بوسط حامضي و وسط قاعدي)

7- **الامينات** : تحضر الامينات من تفاعل الامونيا مع هاليد الالكيل وكذلك من تحضر من تفاعل الامونيا مع الكحولات . اما خواصها الكيميائية يجب قراءتها

الفصل السابع الكيمياء العضوية



➢ اساسيات في الكيمياء العضوية

الكيمياء العضوية :

هي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بدراسة المركبات التي يكون فيها الكاربون عنصر اساسي

<table>
<tr><th colspan="6">المركبات العضوية (الهيدروكاربونات)</th></tr>
<tr><td colspan="3">(اليفاتية) سلسلة مفتوحة</td><td colspan="3">(حلقية) سلسلة مغلقة</td></tr>
<tr><td>مشبعة</td><td colspan="2">غير مشبعة</td><td>مشبعة</td><td colspan="2">غير مشبعة</td></tr>
<tr><td>الكان
بروبان
بنتان</td><td>الكين
بروبين
بنتين</td><td>الكاين
بروباين
بنتاين</td><td>الكان
حلقي
هكسان
حلقي</td><td>الكين
حلقي
هكسين
حلقي</td><td>مركبات
اورماتية
بنزين</td></tr>
</table>

جدول مهم

عدد ذرات الكاربون	المقطع	الكان –	الكين =	الكاين ≡
C_1	ميث	ميثان	/	/
C_2	ايث	ايثان	ايثين	ايثاين
C_3	بروب	بروبان	بروبين	بروباين
C_4	بيوت	بيوتان	بيوتين	بيوتاين
C_5	بنت	بنتان	بنتين	بنتاين
C_6	هكس	هكسان	هكسين	هكساين
C_7	هبت	هبتان	هبتين	هبتاين
C_8	اوكت	اوكتان	اوكتين	اوكتاين

ملاحظة | المجموعة الاهم والتي يجب معرفتها بشكل مفصل هي مجموعة الالكيل R

- الالكيل $R-$:- هو الكان ناقص ذرة هيدروجين

الكان $R-H$	الكيل $R-$
ميثان CH_4	مثيل CH_3-
ايثان CH_3-CH_3	اثيل CH_3-CH_2-
بروبان $CH_3-CH_2-CH_3$	بروبيل $CH_3-CH_2-CH_2-$
بيوتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	بيوتيل $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$
بنتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	بنتيل $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$

- انتبه | ذرة الكاربون ترتبط اربعة ارتباطات فقط $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$ (يتمنى ان يشبع ارتباطاته ب H)
- انتبه || مجموعة الالكيل $R-$ عندما ترتبط :

1- بـ X يصبح $R-X$ هاليد الالكيل
2- بـ OH يصبح $R-OH$ كحول
3- بـ OR يصبح $R-OR$ ايثرات
4- بـ $\overset{O}{\overset{||}{C}}-H$ يصبح $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H$ الدهايد
5- بـ $\overset{O}{\overset{||}{C}}-R$ يصبح $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-R$ كيتون
6- بـ $OH - \overset{O}{\overset{||}{C}}$ يصبح $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH$ حامض كاربوكسيلي
7- بـ $\overset{O}{\overset{||}{C}}-OR$ يصبح $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OR$ استرات
8- بـ NH_2 يصبح $R-NH_2$ امينات

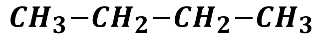
❖ تسمية الالكانات C_nH_{2n+2}

1- اذا كان الألكان بدون تفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكان بعدد ذرات الكاربون



$CH_3-CH_2-CH_3$

بروبان

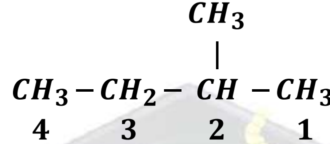


$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

بيوتان

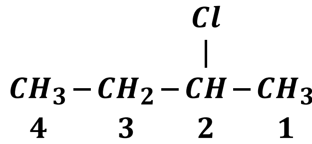
2- اذا كان الألكان متفرع يكون الترقيم من الطرف الاقرب للتفرع و تكون التسمية :

رقم واسم الفرع حسب الابجدية + اسم الالكان



$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ (4 3 2 1)

2-مثيل بيوتان

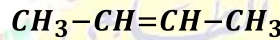


$CH_3-CH_2-CH(Cl)-CH_3$ (4 3 2 1)

2-كلورو بيوتان

• تسمية الالكينات C_nH_{2n}

1- اذا كان الالكين بدون تفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكين مع ذكر موقع الاصرة المزدوجة والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة المزدوجة



$CH_3-CH=CH-CH_3$

2-بيوتين

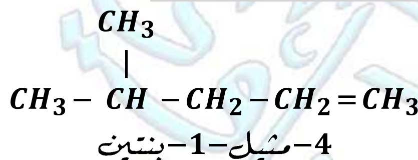


$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$

1-بنتين

2- اذا كان الألكين متفرع تكون التسمية

رقم واسم التفرع حسب الابجدية + موقع الاصرة المزدوجة - الكين



$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2=CH_3$

4-مثيل-1-بنتين

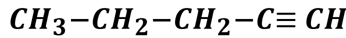
• تسمية الالكاينات C_nH_{2n-2}

1- اذا كان الالكاين غير متفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكاين مع ذكر موقع الاصرة الثلاثية والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة الثلاثية



$CH_3-C\equiv C-CH_3$

2-بيوتاين

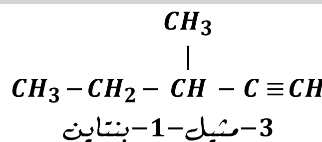


$CH_3-CH_2-CH_2-C\equiv CH$

1-بنتاين

2- اذا كان الالكاين متفرغ نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكاين بعدد ذرات الكاربون مع ذكر موقع الاصرة والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة الثلاثية وتكون التسمية :

رقم واسم التفرع حسب الابجدية + موقع الاصرة الثلاثية + الكاين



$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-C\equiv CH$

3-مثيل-1-بنتاين

❖ **الجناس** : هي ظاهرة وجود مركبين او اكثر لهما نفس الصيغة الجزيئية لكنهما يختلفان في الصيغة التركيبية

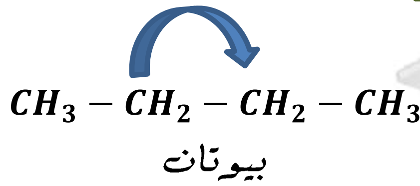
❖ **الجناس يعني كتابة الصيغ الجزيئية للمركب بدون تكرار الصيغة**

▪ **جناس الالكانات**

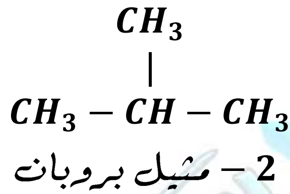
❖ يمكن ان نحصل على جناس للالكان من حركة ذرات الكاربون الوسطية مع ثبات ذرات الكاربون الطرفية

❖ **مثال** | اكتب الجناس للبيوتان C_4H_{10}

✓ **الحل** | نرسم الصيغة التركيبية المستقيمة ونحرك الذرات الوسطية



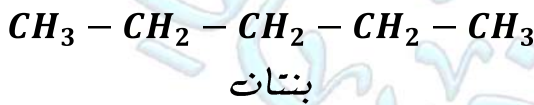
بيوتان



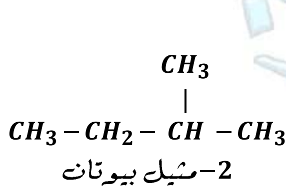
2 – مثيل بروبان

❖ **مثال** | اكتب جميع الصيغ التركيبية (جناس) للبنتان C_5H_{12}

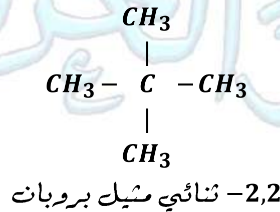
✓ **الحل** | نرسم الصيغة التركيبية المستقيمة ثم نحرك الذرات الوسطية



بنتان



2–مثيل بيوتان



2,2– ثنائي مثيل بروبان

❖ **الجناس للالكينات :**

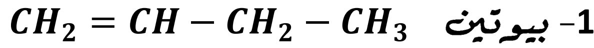
❖ **يمكن ان نحصل ع جناس الالكينات عن طريق :**

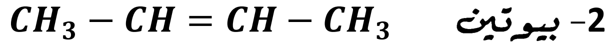
1- نحرك الاصرة المزدوجة بحيث نأخذ كل المواقع .

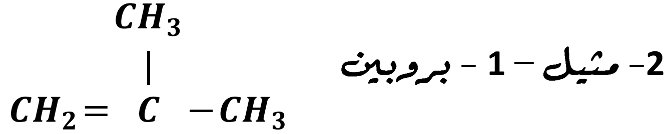
2- نثبت ذرات الكاربون الطرفية ونحرك ذرات الكاربون الوسطية .

❖ مثال | اكتب جميع الصيغ التركيبية للبيوتين C_4H_8

✓ الحل | اولاً نكتب الصيغة التركيبية المستقيمة ونحرك موقع الاصرة المزدوجة بحيث تأخذ جميع المواقع ثم نحرك ذرات C الوسطية ونثبت الطرفية.

1- بيوتين


2- بيوتين


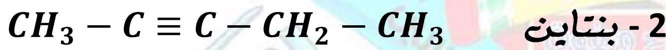
2- مثيل – 1 - بروبين


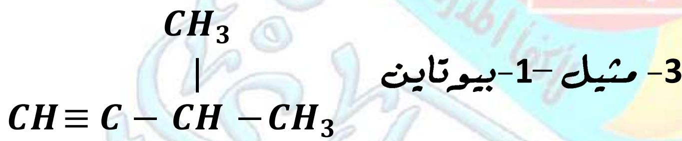
❖ **الجناس للالكاينات** : تشبه عملية الجناس للالكينات

❖ مثال اكتب جميع الصيغ التركيبية (جناس) للبنتاين C_5H_8

✓ الحل |

1 - بنتاين


2 - بنتاين


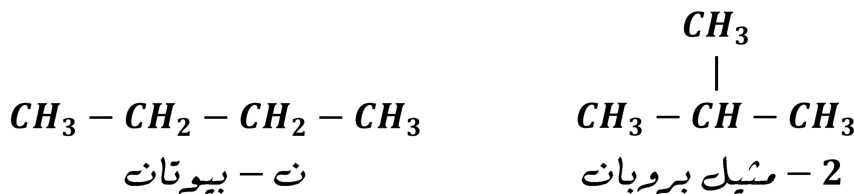
3- مثيل -1- بيوتاين


❖ مقدمة 7 – 1

عرفت سابقاً الصيغ البنائية (التركيبية) للمركبات العضوية واهميتها في التميز بين مركبات مختلفة تشترك في صيغ جزيئية واحده وتعرف بالايزومرات

❖ مثال 7 – 1 | ما الصيغتان البنائيتان للمركبين :
(ن – بيوتان) و (2- مثيل بروبان)
واللذان لهما نفس الصيغة الجزيئية C_4H_{10} .

✓ الحل :

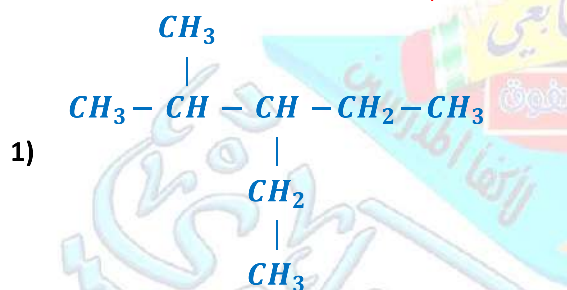


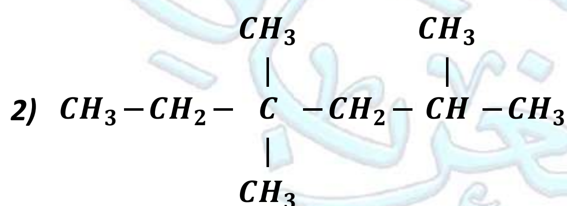
❖ **تمرين 7 – 1** | اكتب جميع الصيغ التركيبية للمركب C_5H_{12} مع تسميتها ؟

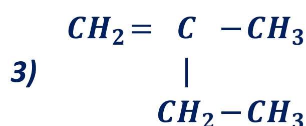
✓ **الحل** | نعمل جناس للالكانات كما تعلمنا :

- $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ بنتان
- $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ 2– مثيل بيوتان
- $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$ 2,2-ثنائي مثيل بروبان

❖ **مثال 7 – 2** | ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام IUPAC

1)


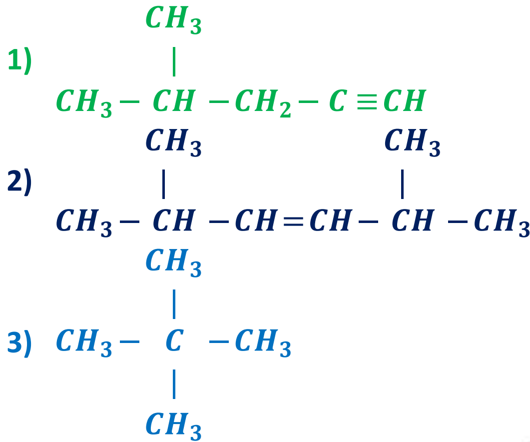
2)


3)


✓ **الحل** |

1) 3–اثيل – 2 – مثيل بنتان
2) 2, 4, 4–ثلاثي مثيل هكسان
3) 2–مثيل – 1 – بيوتين

❖ تمرين 7 – 2 | اكتب اسماء المركبات التالية حسب IUPAC



1) $CH_3 - \underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}} - CH_2 - C \equiv CH$

2) $CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{CH}} - CH = CH - \overset{CH_3}{\overset{|}{CH}} - CH_3$

3) $CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$

✓ الحل |

1) 4– مثيل – 1– بنتاين
2) 5, 2 – ثنائي مثيل - 3 - هكسين
3) 2, 2 –ثنائي مثيل بروبان



❖ 7 – 2 هاليد الالكيل

▪ هي مركبات تنتج من احلال الـ X بدل ذرة هيدروجين في الالكانات $(F, I, Br, Cl = X)$

❖ الصيغة العامة $R - X$

❖ المجموعة الفعالة $-X$

❖ القانون العام $(C_nH_{2n+1})X$

هاليد الالكيل	الكيل (R)	الكان
$CH_3 - X$ هاليد المثيل	$CH_3 -$ مثيل	CH_4 ميثان
$CH_3 - CH_2 - X$ هاليد الاثيل	$CH_3 - CH_2 -$ اثيل	ايثان $CH_3 - CH_3$
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - X$ هاليد البروبيل	$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$ بروبيل	$CH_3 - CH_2 - CH_3$ بروبان

ملاحظة | ذرة الكاربون تكون

1) اولية $C - C$ حيث ترتبط ذرة الكاربون ارتباط مباشر بذرة كاربون واحدة
2) ثانوية $C - C - C$ حيث ترتبط ذرة الكاربون ارتباط مباشر بذرتين كاربون
3) ثالثية $C - \overset{C}{\overset{|}{C}} - C$ حيث ترتبط ذرة الكاربون ارتباط مباشر بثلاث ذرات كاربون

❖ تقسم هاليدات الالكيل الى :

1- هاليد الكيل اولي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون اولية :



$$CH_3 - CH_2 - X$$

2- هاليد الكيل ثانوي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون ثانوية :





$$CH_3 - \underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}} - X$$

3- هاليد الكيل ثالثي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون ثالثيه :



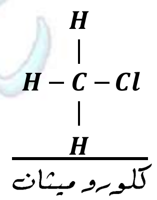


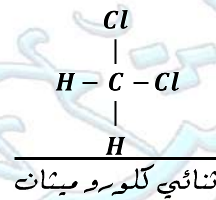


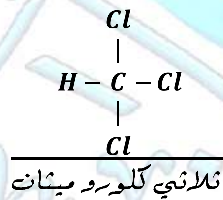
$$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}} - X$$

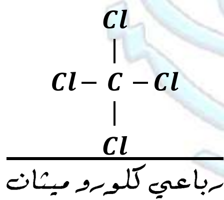
❖ ملاحظة || لا يوجد هاليد الكيل رابعي لان ذرة الكاربون الرابعية تكون مرتبطة اربعة ارتباطات ليس هنالك لها مجال لارتباط X (لان تكافؤ الكاربون رباعي)

❖ هنالك هاليدات الالكيل اخرى يتم استبدال اكثر من ذرة هيدروجين بذرات هالوجين وقد تكون على نفس الذرة او على ذرات مختلفة









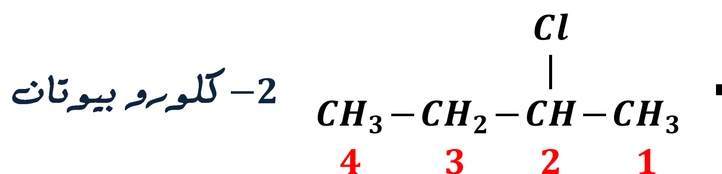
❖ تسمية هاليدات الالكيل

1- نختار اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكان بحسب عدد ذرات الكاربون ونرقم من الطرف القريب للهالوجين X

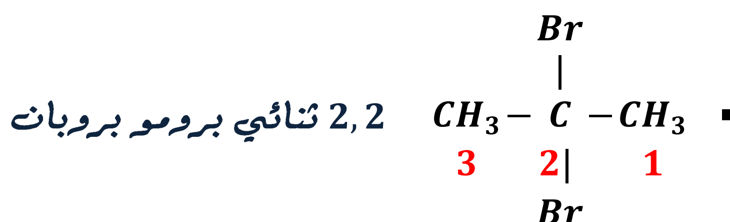
2- يكون اسم الهالوجين X (Cl كلورو - Br برومو - I يودو)

3- تكون التسمية كالاتي :

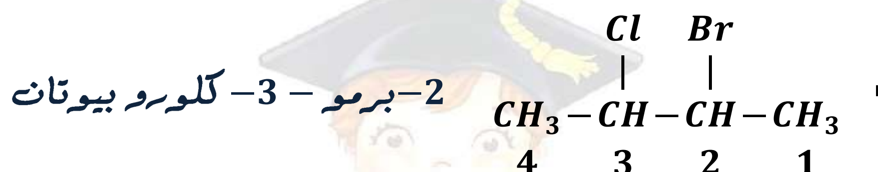
رقم واسم التفرع حسب الابجدية + الكان



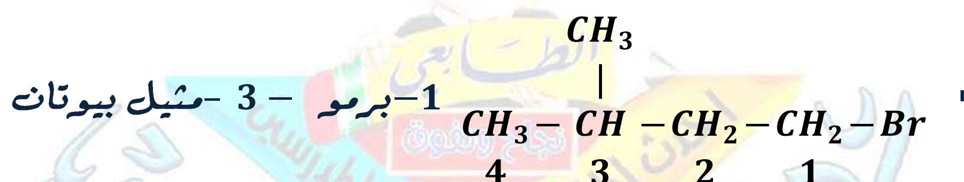
2− كلورو بيوتان



2,2 ثنائي برومو بروبان



2−برمو − 3− كلورو بيوتان



1−برمو − 3 −مثيل بيوتان

❖ تمرين 7 − 3

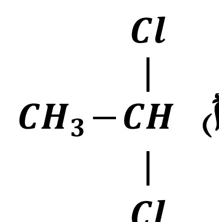
1) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي

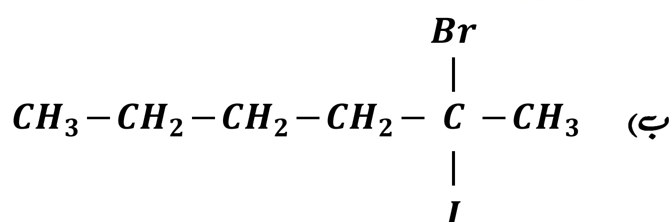
أ) 1,1 −ثنائي كلورو ايثان

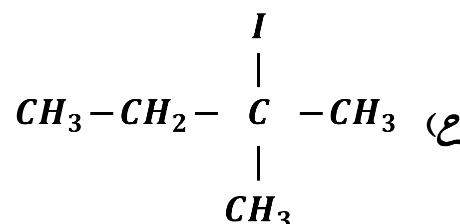
ب) 2−برومو − 2−يودو هكسان

ج) 2− يودو − 2−مثيل بيوتان

✓ الحل ||

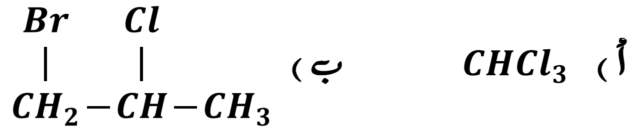
أ) 

ب) 

ج) 

2) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي

أ) $CHCl_3$ ب)



$$\underset{\substack{|\\Br}}{CH_2}-\underset{\substack{|\\Cl}}{CH}-CH_3$$

✓ الحل ||

أ) ثلاثي كلورو ميثان

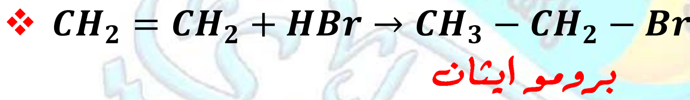
ب) 1–برومو – 2– كلورو بروبان

▪ تحضير هاليدات الالكيل

تحضر من اضافة هاليد الهيدروجين HX الى الالكين لينتج هاليد الالكيل المقابل (مقابل يعني مساوي لعدد ذرات C الالكين المستخدم)

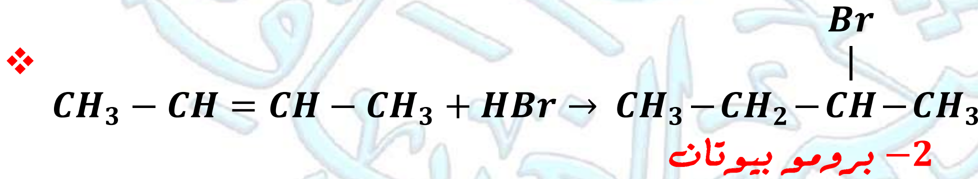
• وتكون الاضافة نوعان

1) اضافة HX الى الالكين المتناظر (هنا براحتك وين تخلي X و وين تخلي H على طرفي الاصرة المزدوجة)



❖ $CH_2 = CH_2 + HBr \rightarrow CH_3 - CH_2 - Br$

برومو ايثان

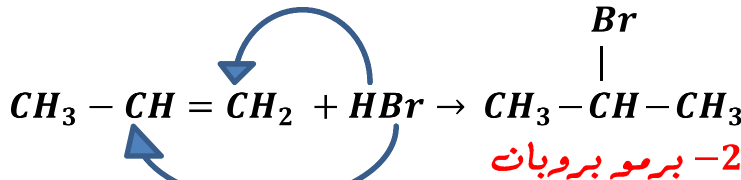


❖ $CH_3 - CH = CH - CH_3 + HBr \rightarrow CH_3-CH_2-\underset{\substack{|\\Br}}{CH}-CH_3$

2– برومو بيوتان

2) اضافة HX الى الالكين غير متناظر

❖ (هنا تكون الاضافة حسب قاعدة ماكوفنيكوف) (اشباع الشبعان) اي اضافة H الى C الاكثر هيدروجين و X الى C الاقل هيدروجين



$CH_3 - CH = CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-\underset{\substack{|\\Br}}{CH}-CH_3$

2– برمو بروبان

▪ علل | عند اضافة HBr الى البروبين يكون الناتج 2– برومو بروبان وليس 1– برومو بروبان

✓ ج | لأن الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفينيكوف

❖ **أنتبه** | عند اضافة HX الى الالكين المتناظر $(C = C)$ هنا بكفيك وين تخلي H وين تخلي X لكن من نضيف HX الى الالكين غير متناظر ننطي H لذرة الكاربون الاكثر هيدروجين و X لذرة الكاربون الاقل هيدروجين في طرفي الاصرة المزدوجة

❖ **ملاحظة** | **الالكين المتناظر** : كاربون طرفي الأصرة المزدوجة $(C = C)$ يملكون نفس عدد ذرات الهيدروجين

- **الالكين غير المتناظر** : كاربوني طرفي الاصرة المزدوجة $C = C$ كل كاربون له عدد مختلف من ذرات الهيدروجين

❖ **تمرين 7 – 4** | اكتب تفاعل اضافة HCl مره الى 1– بيوتين واخرى الى 2– بيوتين

✓ الحل ||



1) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3 + HCl \rightarrow CH_3 - \underset{}{\overset{Cl}{\overset{|}{C}}}H - CH_2 - CH_3$

1– بيوتين   2– كلورو بيوتان



2) $CH_3 - CH = CH - CH_3 + HCl \rightarrow CH_3 - CH_2 - \overset{Cl}{\overset{|}{C}}H - CH_3$

- **قاعدة ماركو فينيكوف** :–

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً

❖ **مثال 7 – 3** | حضر كل مما يأتي :

1) كلورو ايثان من الاثلين

2) 2– يودو بروبان من البروبين

✓ **الحل ||**

1- $CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - CH_2 - Cl$

اثلين — كلورو ايثان

2- $CH_3 - CH = CH_2 + HI \rightarrow CH_3 - CH - CH_3$ (مع I على ذرة الكاربون الوسطى)

بروبين — 2–يودود بروبان

❖ تمرين 7 – 5 | اكتب المعادلة الكيميائية التي تحقق التفاعلات الاتية :

1) تحضير (2– برومو بيوتان) من الالكين المناسب

2) اضافة حامض الهيدروكلوريك HCl الى (2– مثيل بروبين)

✓ الحل |

1) $CH_3 - CH = CH - CH_3 + HBr \rightarrow CH_3 - CH(Br) - CH_2 - CH_3$

2–بيوتين — 2–برومو بيوتان

2) $CH_3 - C(CH_3) = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - C(CH_3)(Cl) - CH_3$

2–مثيل بروبين — 2–كلورو – 2–مثيل بروبان

❖ خواص هاليدات الالكيل

1- الخواص الفيزيائية

أ – هاليدات الالكيل CH_3Cl ، CH_3Br ، CH_3CH_2Cl هي غازات في درجة حرارة الغرفة اما البقية فهي سوائل عديمه اللون اما الاكثر من C_{18} فهي مواد صلبة عديمة اللون

ب – لاتذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية

▪ علل | لاتذوب هاليدات الالكيل في الماء

✓ الجواب | بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

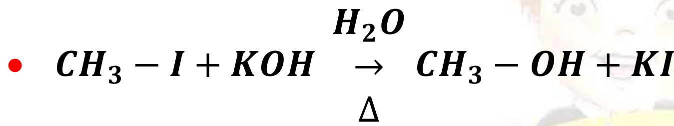
• انتبه | اي مركب لا يذوب في الماء (تعليل) لأنه ليس له القابلية على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

▪ 2- الخواص الكيميائية

تكون الاصرة بين ذرتي الكاربون و الهالوجين في هاليدات الالكيل ذات صفة قطبية (علل) بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى كهروسلبية الكاربون حيث تكون الاصرة ($C - X$) هدفاً جيداً للاضافة النيوكلوفيلية بسبب فرق الكهروسلبية بين C , X

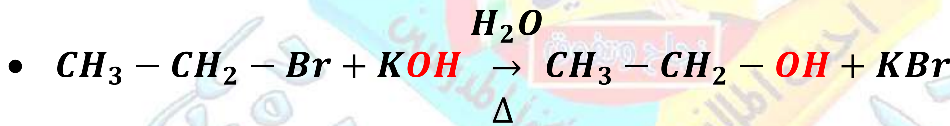
▪ **ومن اهم تفاعلات التعويض النيوكلوفيلية : (مهم)**

أ – تفاعل هاليد الالكيل مع محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH (تحويل هاليد الكيل الى كحول) هو تفاعل استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة (OH) ليكون الناتج كحولات



• $CH_3 - I + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3 - OH + KI$

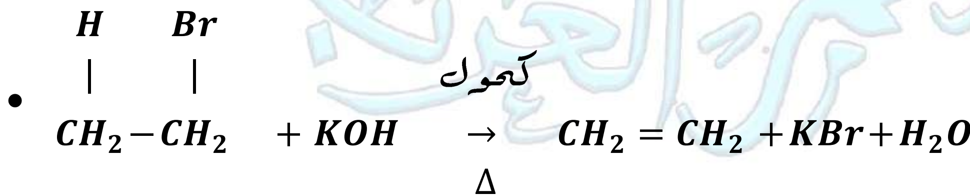
كحول ميثانول



• $CH_3 - CH_2 - Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3 - CH_2 - OH + KBr$

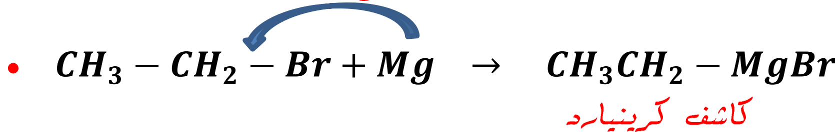
كحول ايثانول

ب – تفاعل هاليد الالكيل مع KOH بوجود الكحول (KOH من يسكر ياخذ HX من هاليد الالكيل خاوه)
هو تفاعل سحب HX من هاليد الالكيل ليكون الناتج الكين



• $\underset{H\ \ \ \ \ Br}{CH_2 - CH_2} + KOH \xrightarrow[\Delta]{\text{كحول}} CH_2 = CH_2 + KBr + H_2O$

ج – تفاعل هاليد الالكيل مع فلز المغنيسيوم (يدخل Mg بين R و X) ((مهم))
هو تفاعل Mg مع هاليد الالكيل في الايثر الجاف ليكون الناتج كاشف كرينيارد



• $CH_3 - CH_2 - Br + Mg \rightarrow CH_3CH_2 - MgBr$

كاشف كرينيارد

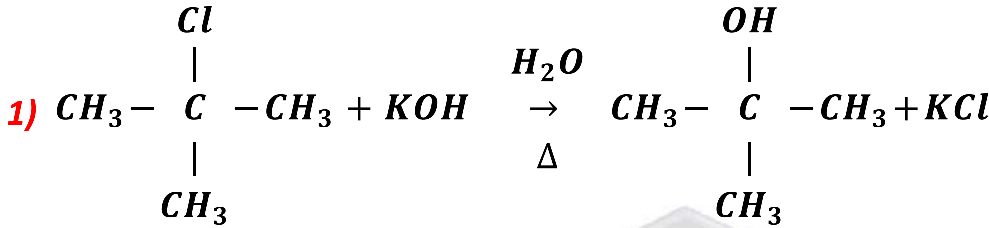
❖ تمرين 7 – 6 | وضح بالمعادلة الكيميائية ماذا يحدث عند مفاعلة :

1) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2– كلورو – 2– مثيل بروبان

2) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي مع 1– برومو – 3– اثيل بنتان

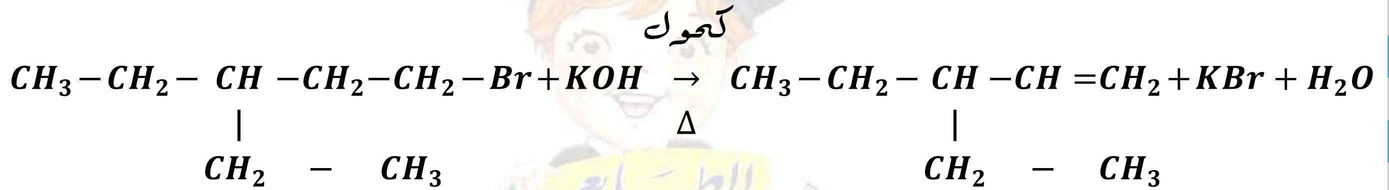
✓ الحل ||

1)



2– مثيل – 2– بروبانول

2)



7 – 3 | الكحولات



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الكحولات

الصيغة العامة $R-OH$

القانون العام $C_nH_{2n+2}O$

الجموعة الفعالة : $-OH$

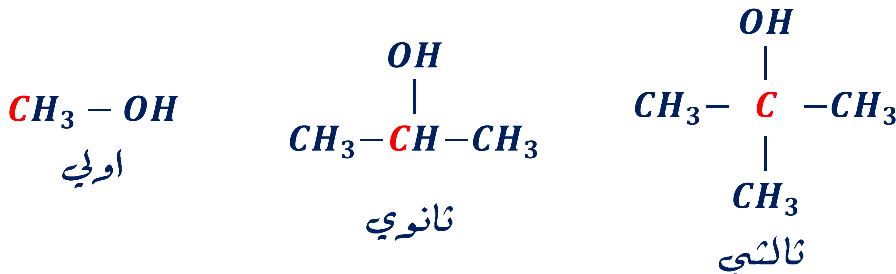
❖ **الكحولات** :- هي مركبات ناتجة من احلال مجموعة OH بدل الهيدروجين في الالكان

❖ تقسم الكحولات الى :

1- كحول اولي :- تكون $-OH$ مرتبطة بذرة كاربون اولية

2- كحول ثانوي :- تكون $-OH$ مرتبطة بذرة كاربون ثانوية

3- كحول ثالثي :- تكون $-OH$ مرتبطة بذرة كاربون ثالثية



❖ تسمية الكحولات

1- نختار اطول سلسلة كاربونيه حاملة لل OH ونعطيها اسم الكانول بحسب عدد ذرات الكاربون حيث نرقم من الطرف القريب للذره الحاملة لل OH

2- اذا بدون تفرع تكون التسميه : رقم OH الكانول

3- اذا الكحول متفرع تكون التسمية على النحو الاتي :

رقم و اسم التفرع حسب الابجدية + رقم OH الكانول

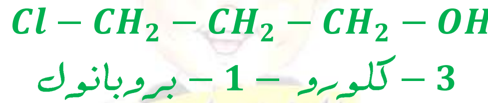


$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$$
3 2 1

1 – بروبانول

$$CH_3 - \underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}} - OH$$

2 – بروبانول

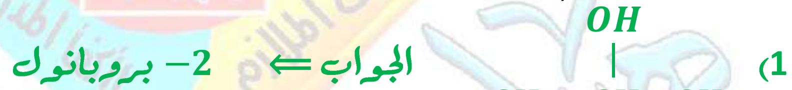


$$Cl - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$$

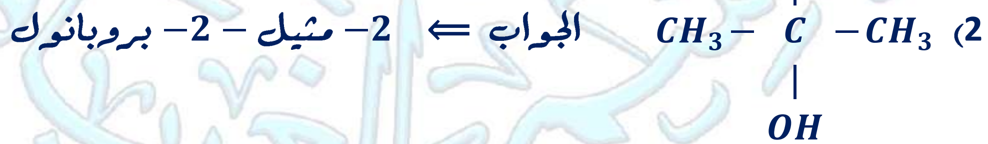
3 – كلورو – 1 – بروبانول

❖ تمرين 7 – 7 |

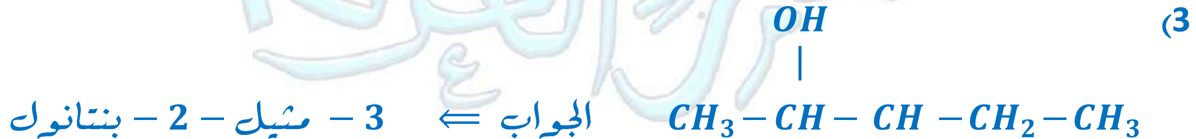
▪ أ | اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية :



1) $CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3$ الجواب ⟸ 2– بروبانول



2) $CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$ الجواب ⟸ 2– مثيل – 2– بروبانول



3) $CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$ الجواب ⟸ 3 – مثيل – 2 – بنتانول

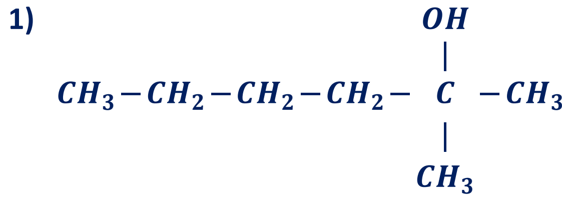
❖ ب | اكتب الصيغة البنائية لكل ما يأتي :

1) 2– مثيل – 2– هكسانول

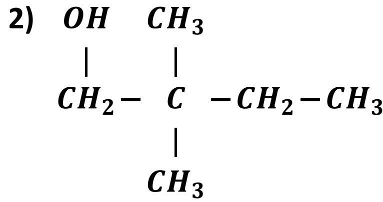
2) 2,2–ثنائي مثيل – 1– بيوتانول

3) 3– مثيل – 3– بنتانول

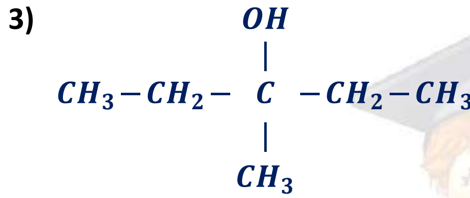
الحل ||



1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3$



2) $\underset{}{\overset{OH}{CH_2}}-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-CH_2-CH_3$



3) $CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_2-CH_3$

❖ **الجناس للكحولات**

❖ يمكن الحصول على الجناس للكحولات من خلال :

1- تحريك مجموعة OH بحيث تأخذ كل المواقع

2- تثبيت ذرات الكاربون الطرفية وتحريك الوسطية

❖ **ملاحظة |** عندما يعطي كتله مولية ويطلب الصيغ البنائية للمركب

❖ يجب ان نجد الصيغة الجزيئية ثم نعمل جناس

- الكتلة المولية = القانون العام للكحولات
- الكتلة المولية = $C_nH_{2n+2}O$
- حيث نجد n من القانون اعلاه وبعدها يمكن معرفة الصيغة الجزيئية

❖ **مثال 7 – 4** | ما هي الصيغ البنائية (الجناس) المحتملة للكحولات ذوات الكتل المولية $74\ g/mol$ علماً ان الكتل الذرية كالاتي $C = 12\ , O = 16\ , H = 1$

✓ الحل ||

- الكتلة المولية = $C_nH_{2n+2}O$
- $C_nH_{2n+2}O = 74\ g/mol$

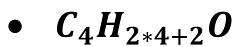
$12 * n + (1 * 2n + 2) + 1 * 16 = 74$

$12n + 2n + 2 + 16 = 74$

$14n + 18 = 74$

$14n = 74 - 18 \Rightarrow 14n = 56$

$n = \frac{56}{14} = 4$



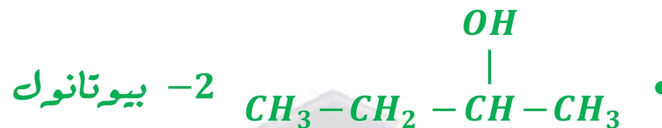
- $C_4H_{2*4+2}O$



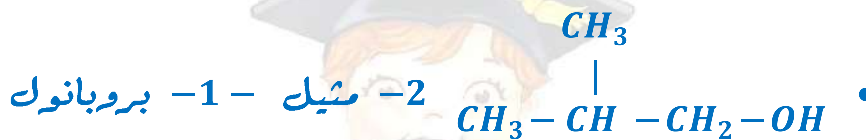
$C_4H_{10}O$ الصيغة الجزيئية



- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ 1− بيوتانول



- $CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$ 2− بيوتانول



- $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$ 2− مثيل − 1− بروبانول

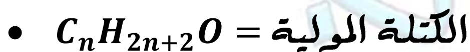


- $CH_3 - C(CH_3)(OH) - CH_3$ 2− مثيل − 2− بروبانول

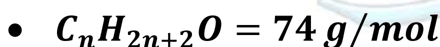
❖ تمرين 7 − 8 | اكتب الصيغ البنائية (الجناس) المحتملة لخمسة متجانسات للكحولات ذوات الكتل المولية $88\ g/mol$

- علماً ان الكتل الذرية كالاتي $C = 12\ , O = 16\ , H = 1$

✓ الحل ||



- $C_nH_{2n+2}O =$ الكتلة المولية



- $C_nH_{2n+2}O = 74\ g/mol$

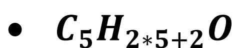
$12 * n + (1 * 2n + 2) + 1 * 16 = 88$

$12n + 2n + 2 + 16 = 88$

$14n + 18 = 88$

$14n = 88 - 18 \Rightarrow 14n = 70$

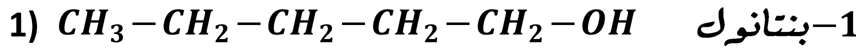
$n = \frac{70}{14} = 5$



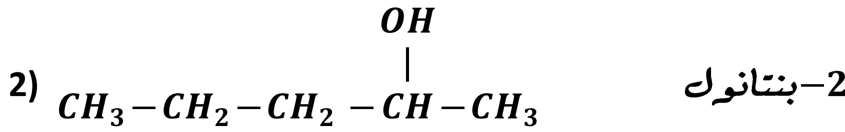
- $C_5H_{2*5+2}O$



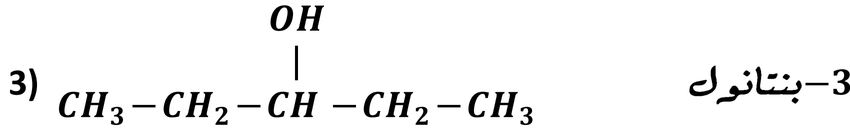
$C_5H_{12}O$ الصيغة الجزيئية



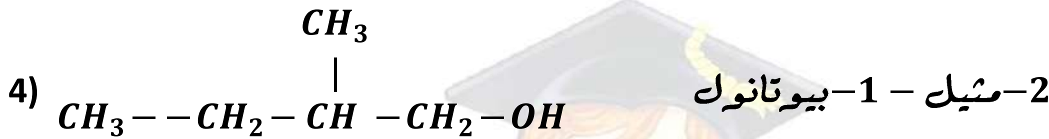
1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1–بنتانول



2) $CH_3-CH_2-CH_2-\underset{|}{\overset{OH}{CH}}-CH_3$ 2–بنتانول



3) $CH_3-CH_2-\overset{OH}{\underset{}{CH}}-CH_2-CH_3$ 3–بنتانول



4) $CH_3--CH_2-\overset{CH_3}{CH}-CH_2-OH$ 2–مثيل – 1–بيوتانول



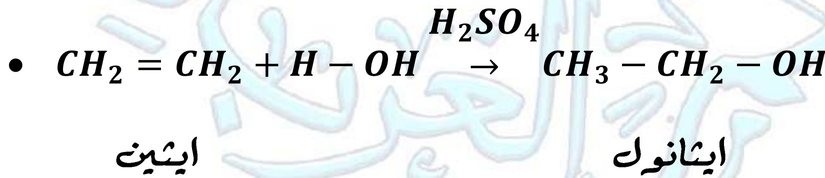
5) $CH_3-\overset{CH_3}{CH}-CH_2-\overset{OH}{CH_2}$ 3– مثيل – 1–بيوتانول

❖ **تحضير الكحولات**

تحضير الكحولات من اضافة جزيء ماء الى الالكين ليعطي (كحول مقابل) بوجود حامض الكبريتيك المركز :

تكون الاضافة نوعين

1- اضافة جزيئة ماء الى الالكين المتناظر



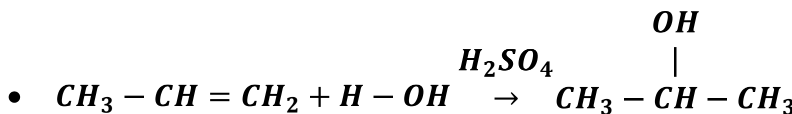
- $CH_2=CH_2+H-OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH$

ايثين ايثانول

❖ **انتبه** | اضافة ماء $(H-OH)$ الى الالكين المتناظر

هنا بكيفك وين تخلي H و وين تخلي OH على طرفي الاصرة $C=C$

2- اضافة جزيئة ماء الى الالكين غير متناظر (تكون الاضافة حسب قاعدة ماركوفنيكوف (اشباع الشبعان) نظيف H لـ C الاكثر هيدروجين و OH لـ C الاقل هيدروجين



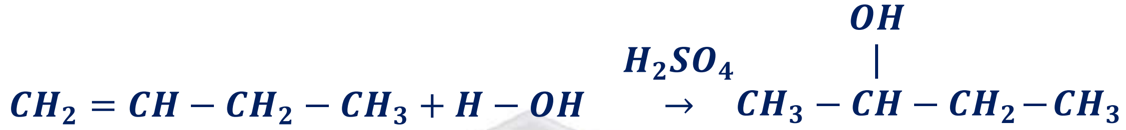
- $CH_3-CH=CH_2+H-OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-\overset{OH}{CH}-CH_3$

بروبين 2– بروبانول

❖ انتبه | اضافة ماء $(H-OH)$ الى الالكين غير المتناظر هنا تنطي H لذرة الكاربون الاكثر هيدروجين و OH لذرة الكاربون الاقل هيدروجين من طرفي الاصرة $C=C$

▪ علل || عند اضافة جزيئة ماء الى الالكين بوجود H_2SO_4 الى 1−بيوتين يكون الناتج 2− بيوتانول وليس 1− بيوتانول

✓ ج | لأن الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفينيكوف



$$CH_2=CH-CH_2-CH_3+H-OH\xrightarrow{H_2SO_4}CH_3-\underset{|}{\overset{OH}{C}}H-CH_2-CH_3$$

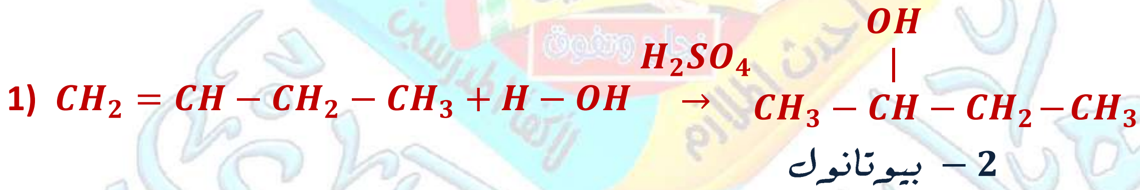
2− بيوتانول

❖ تمرين 7 − 9 || حضر

1) 2− بيوتانول من 1− بيوتين

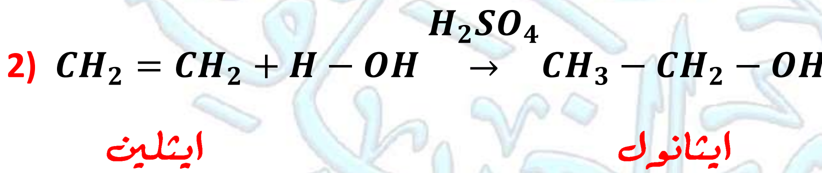
2) الايثانول من الاثلين

✓ الحل |



$$1)\ CH_2=CH-CH_2-CH_3+H-OH\xrightarrow{H_2SO_4}CH_3-\underset{|}{\overset{OH}{C}}H-CH_2-CH_3$$

2 − بيوتانول



$$2)\ CH_2=CH_2+H-OH\xrightarrow{H_2SO_4}CH_3-CH_2-OH$$

ايثلين   ايثانول

❖ خواص الكحولات

أ - الخواص الفيزيائية

1) الكحولات ذات الكتل المولية الصغيره سوائل ذات سمية وتكون عديمة اللون ذات رائحة مميزة

2) درجة غليان الكحولات عالية بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزئياتها

3) الكحولات من C_1-C_2 تمتزج بشكل تام مع الماء بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

❖ انتبه | اي مركب درجة غليانه عاليه (علل)

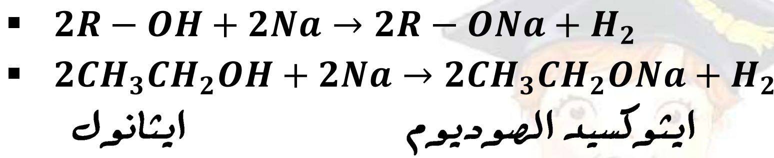
- بسبب قابليته على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزئياته

❖ انتبه | اي مركب درجة غليانه واطئة (علل)

- بسبب عدم قابليته على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزئياته

ب- الخواص الكيميائية

- الكحولات مركبات فعالة تتفاعل مع الكواشف الايونية القطبية
- أ - تتفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم او البوتاسيوم لتكوين الكوكسي (تحضير الايثرات)



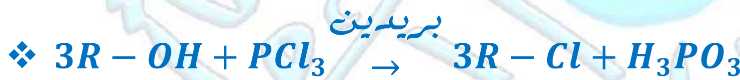
- $2R-OH+2Na\rightarrow 2R-ONa+H_2$
- $2CH_3CH_2OH+2Na\rightarrow 2CH_3CH_2ONa+H_2$

ايثانول ايثوكسيد الصوديوم

- ب – تتفاعل الكحولات مع ثلاثي كلوريد الفسفور PCl_3 وخماسي كلوريد الفسفور PCl_5 لتكوين هاليدات الالكيل (يفيد في تحضير الحوامض الكاربوكسيلية الغير مقابلة)



❖ $R-OH+PCl_5\xrightarrow{\text{بريدين}} R-Cl+POCl_3+HCl$



❖ $3R-OH+PCl_3\xrightarrow{\text{بريدين}} 3R-Cl+H_3PO_3$



- $CH_3CH_2OH+PCl_5\xrightarrow{\text{بريدين}} CH_3CH_2Cl+POCl_3+HCl$

ايثانول كلورو ايثان

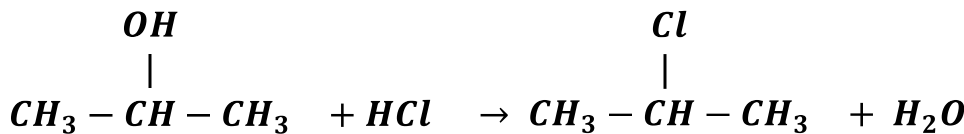


- $3CH_3OH+PCl_3\xrightarrow{\text{بريدين}} 3CH_3-Cl+H_3PO_3$

- ج- التفاعل مع هاليد الهيدروجين لتكوين هاليدات الالكيل المقابلة



- $R-OH+HX\rightarrow R-X+H_2O$



$$CH_3-\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}H-CH_3+HCl\rightarrow CH_3-\overset{Cl}{\overset{|}{C}}H-CH_3+H_2O$$

2–بروبانول 2–كلورو بروبان

❖ مهم || HCl بوجود $(ZnCl_2)$ كلوريد الزنك يسمى كاشف لوكاس

▪ حيث يستخدم للتميز بين الكحولات الاولية والثانوية والثالثية حيث

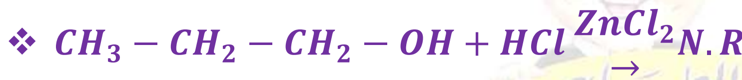
1- الكحول الاولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس ويبقى في المحلول رائق

2- الكحول الثانوي يتفاعل مع كاشف لوكاس ببطئ وتظهر عكرة بعد مرور 2 – 5 دقائق

3- الكحول الثالثي يتفاعل مباشرةً مع كاشف لوكاس وتظهر عكرة في المحلول

❖ مثال 7 – 5 | ميز كيميائياً بين : 1– بروبانول و 2– بروبانول و 2– مثيل – 2– بروبانول

✓ الحل | يمكن التميز بين الكحولات بأستخدام كاشف لوكاس حيث لا يتفاعل مع الكحول الاولي (1– بروبانول) ويتفاعل مع الكحول الثانوي (2– بروبانول) بعد مرور 2- 5 دقائق ويعطي محلول عكر ويتفاعل مباشرةً مع الكحول الثالثي (2– مثيل – 2– بروبانول)



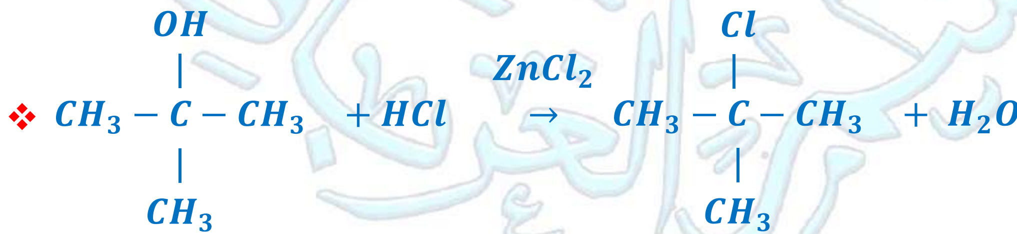
❖ $CH_3-CH_2-CH_2-OH+HCl \xrightarrow{ZnCl_2} N.R$

1–بروبانول



❖ $CH_3-CH(OH)-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-CH(Cl)-CH_3 + H_2O$

2–بروبانول → 2–كلورو بروبان



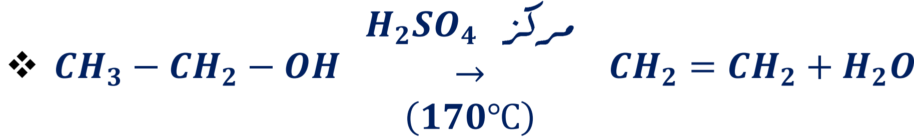
❖ $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-C(Cl)(CH_3)-CH_3 + H_2O$

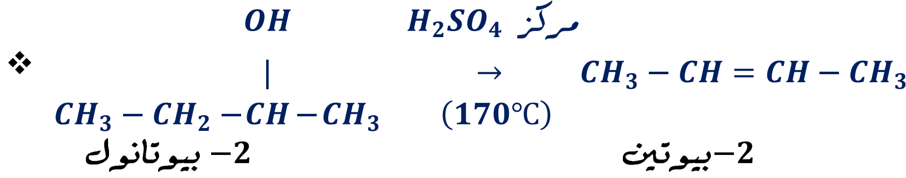
2 – مثيل – 2–بروبانول → 2–كلورو – 2–مثيل بروبان

▪ د) نزع جزيء الماء من الكحولات لتكوين الالكينات وتتم عملية سحب جزئية الماء بوجود (حامض الكبريتيك المركز في درجة حرارة (170°C)

❖ وحسب قاعدة ستيسيف (تجويع الجوعان) (سحب H من ذرة الكاربون الاقل هيدروجين)

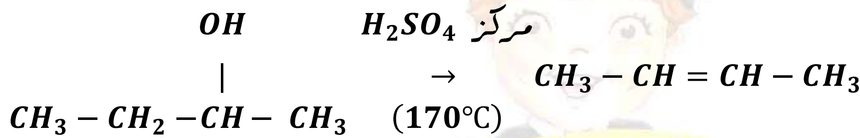
✚ قاعدة ستيسيف : الايون الموجب H^+ يسحب من ذرة الكاربون الحاصلة اقل عدد ذرات هيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب .





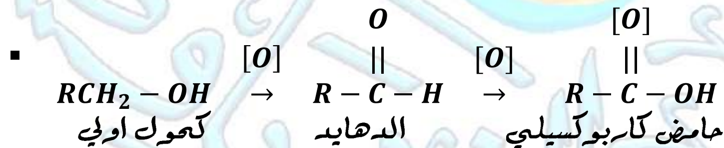
❖ **تمرين 7 − 10** | عند سحب جزيء ماء من(2− بيوتانول) يكون الناتج(2− بيوتين) وليس 1− بيوتين ؟ **علل ذلك**

✓ **الجواب ||** لأن عملية السحب تتم حسب قاعدة ستيسيف :
حيث يسحب H^+ من ذرة الكاربون الاقل هيدروجين

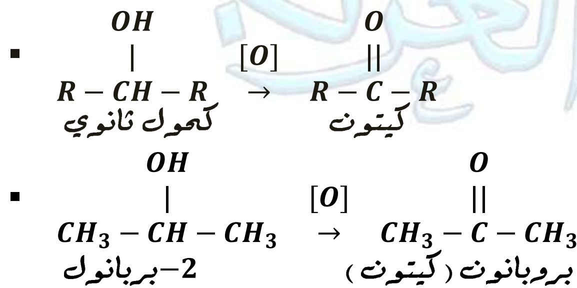


❖ **هـ - الاكسدة :-** يمكن اكسدة الكحولات وتعتمد طبيعة الناتج على نوع الكحول وظروف التفاعل ومن اهم العوامل المؤكسدة هي مزيج من
حيث ($K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ او $KMnO_4/H_2SO_4$)

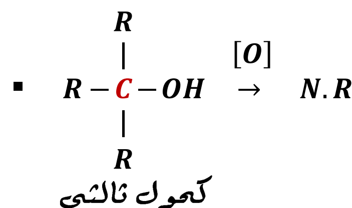
1- تتأكسد الكحولات الاولية الى الدهايد ثم الى حامض كاربوكسيلي



2- تتأكسد الكحولات الثانوية الى كيتون مقابل



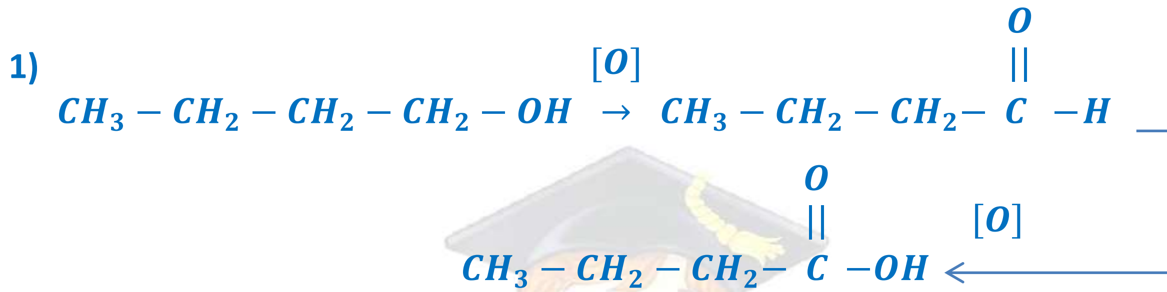
3- **لا تتأكسد الكحولات الثالثية (علل)؟**
بسبب عدم احتواء ذرة الكاربون الحاملة لل OH على ذرة هيدروجين



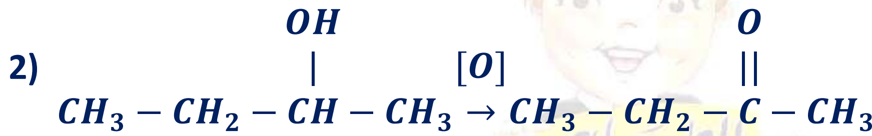
❖ **تمرين 7 – 11** | ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية :

1) 1– بيوتانول
2) 2– بيوتانول
3) 2– مثيل – 2– بروبانول

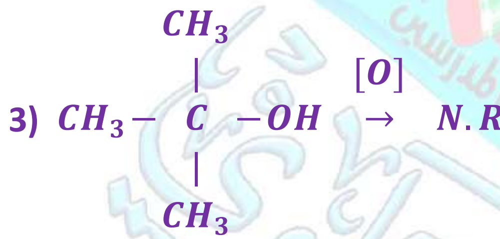
✓ **الحل ||**



1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$



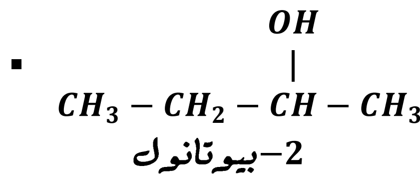
2) $CH_3-CH_2-\underset{}{\overset{\overset{OH}{|}}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3$



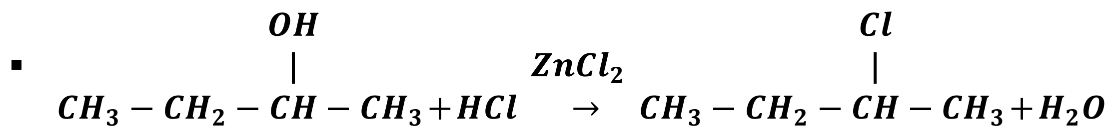
3) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-OH \xrightarrow{[O]} N.R$

❖ **تمرين 7 – 12** | مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية .

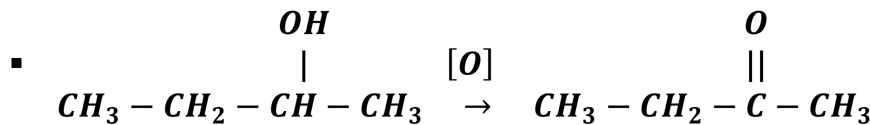
✓ **الحل ||** بما ان المركب يستجيب لكاشف لوكاس هو كحول ثانوي او ثالثي وبما انه يتأكسد ويعطي كيتون اذا هو كحول ثانوي وبما انه يحوي اربع ذرات كاربون اذا هو 2– بيوتانول



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3$
  2–بيوتانول



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3+HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-CH_2-\overset{\overset{Cl}{|}}{CH}-CH_3+H_2O$



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3$

❖ 7 – 4 | الايثرات


انقر على الباركود لمشاهدة شرح الايثرات

الصيغة العامة $\grave{R}-O-R$

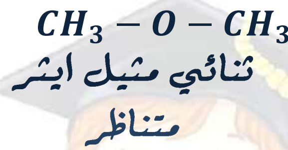
القانون العام $C_2H_{2n+2}O$

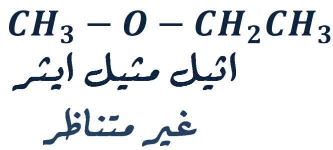
الجموعة الفعالة $-O-$

- تكون الايثرات نوعين

1- متناظرة : - اذا كانت $\grave{R} = R$ (مجاميع الالكيل متساويتين)

2- غير متناظرة :- اذا كانت $\grave{R} \neq R$ (مجاميع الالكيل مختلفتين)


CH_3-O-CH_3
ثنائي مثيل ايثر
متناظر

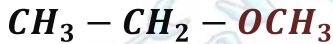

$CH_3-O-CH_2CH_3$
اثيل مثيل ايثر
غير متناظر

❖ تسمية الايثرات

1) اذا كان الايثر غير متفرع تكون التسمية : الكوكسي الكان

OR الكوكسي : R الصغيرة

R الكان : R الكبيرة

ميثوكسي ايثان

$CH_3-CH_2-OCH_3$

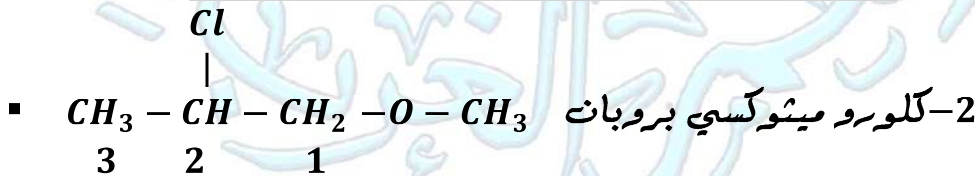
ايثوكسي بروبان

$CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_2CH_3$

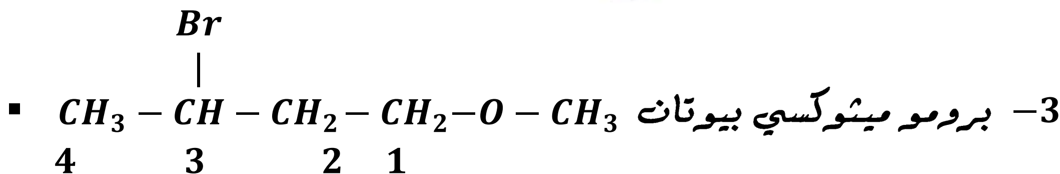
2) اذا كان الايثر متفرع (يكون التفرع في الالكان فقط) نختار اطول سلسلة كاربونية ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة (O) وتكون التسمية

رقم واسم التفرع حسب الابجدية+ الكوكسي الكان

- 2–كلورو ميثوكسي بروبان


$$\begin{array}{l} \quad\quad\;\; Cl \\ \quad\quad\;\; | \\ CH_3-CH-CH_2-O-CH_3 \\ \;\; 3 \quad\;\; 2 \quad\;\;\; 1 \end{array}$$

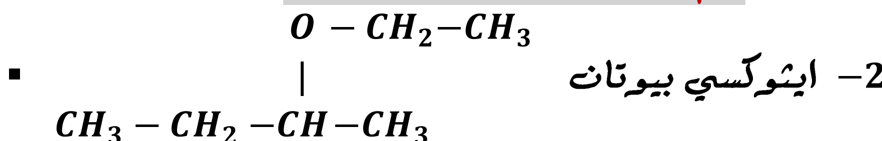
- 3– برومو ميثوكسي بيوتان


$$\begin{array}{l} \quad\quad\;\; Br \\ \quad\quad\;\; | \\ CH_3-CH-CH_2-CH_2-O-CH_3 \\ 4 \quad\quad 3 \quad\quad 2 \quad 1 \end{array}$$

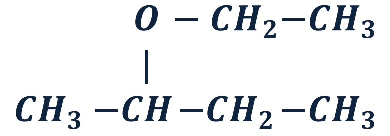
3) اذا كانت (O) هي المتفرعة تكون التسمية

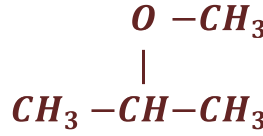
رقم موقع (O) - الكوكسي الكان

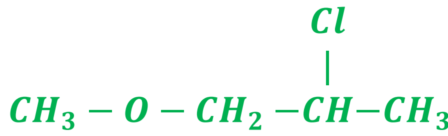
- 2– ايثوكسي بيوتان


$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\quad O-CH_2-CH_3 \\ \quad\quad\quad\quad\quad | \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}$$

❖ **مثال 7 – 6** | اكتب الاسم النظامي للمركبات الاتية :



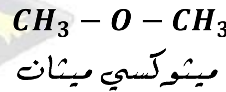




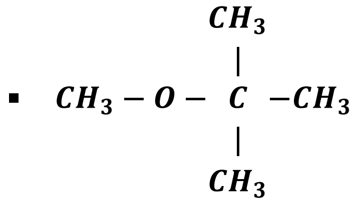
الجواب || 2-ايثوكسي بيوتان   2- ميثوكسي بروبان   2–كلورو ميثوكسي بروبان

❖ **تمرين 7 – 13** |

▪ أ – اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية :



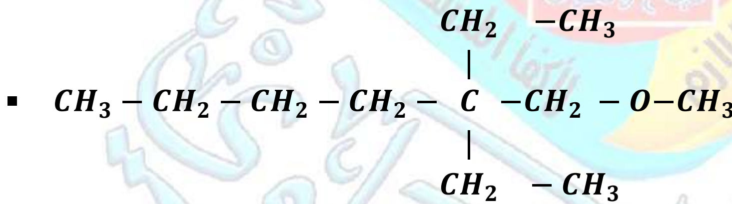
ميثوكسي ميثان



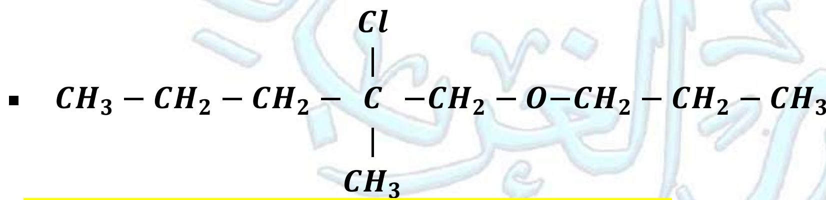
2– مثيل ميثوكسي بروبان

▪ ب – اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية :

1) 2,2– ثنائي اثيل ميثوكسي هكسان



2) 2– كلور – 2– مثيل بروبوكسي بنتان



❖ **تحضير الايثرات (طريقة وليمسون)** القادم من الكحول هو ايثوكسي والقادم من هاليد الالكيل هو الكان

تحضير الايثرات من تفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم ثم تتم مفاعلة المركب الناتج (الكوكسيد الصوديوم) مع هاليد الالكيل لتكوين الايثر المطلوب

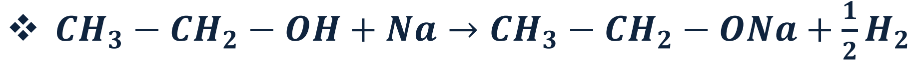
- $R-OH+Na \rightarrow R-ONa+\frac{1}{2}H_2$
- $R-ONa+R-X \rightarrow R-O-R+NaX$
- $CH_3-CH_2-OH+Na \rightarrow CH_3-CH_2-ONa+\frac{1}{2}H_2$
- $CH_3-CH_2-ONa+CH_3Cl \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_3+NaCl$

❖ **مثال اضافي |** من كحول مناسب وهاليد الكيل مناسب حضر ايثوكسي ايثان

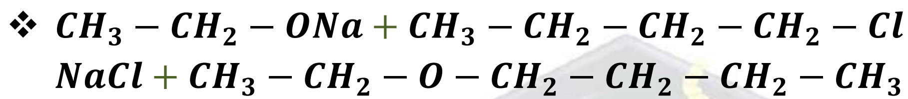
- $CH_3-CH_2-OH+Na \rightarrow CH_3-CH_2-ONa+\frac{1}{2}H_2$
- $CH_3-CH_2-ONa+CH_3-CH_2-Cl \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3+NaCl$

❖ **تمرين 7 – 14**

1- **اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول**



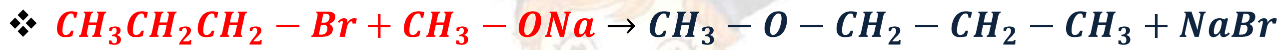
❖ $CH_3-CH_2-OH+Na \rightarrow CH_3-CH_2-ONa+\frac{1}{2}H_2$



❖ $CH_3-CH_2-ONa+CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Cl$

$NaCl+CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

2- **اكمل التفاعل التالي**



❖ $CH_3CH_2CH_2-Br+CH_3-ONa \rightarrow CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3+NaBr$

القادم من الكحول هو ايثوكسي والقادم من هاليد الالكيل هو الكان

- **خواص الايثرات**

  - **أ – الخواص الفيزيائية**

1- ميثوكسي ايثان وميثوكسي ميثان هي غازات في درجة الحرارة الاعتيادية والبقية سوائل بسبب درجة غليانها الواطئة

2- قابلة للاشتعال و عديمة اللون وتمتاز برائحة مقبوله

3- درجة غليانها واطئة بسبب عدم قدرتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها

4- قليلة الذوبان في الماء بسبب عدم قدرتها على تكوين اواصر هيدروجينيه مع الماء

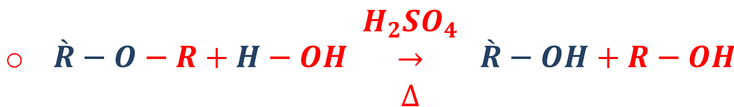
  - **ب – الخواص الكيميائية**

- الايثرات مركبات مستقرة :

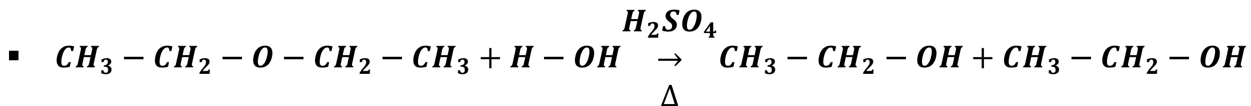
لا تتفاعل مع الحوامض و القواعد و العوامل المختزلة والعوامل المؤكسدة

➢ تدخل الايثرات في التفاعلات الاتية :

أ- **تتفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين لتعطي الكحولات**

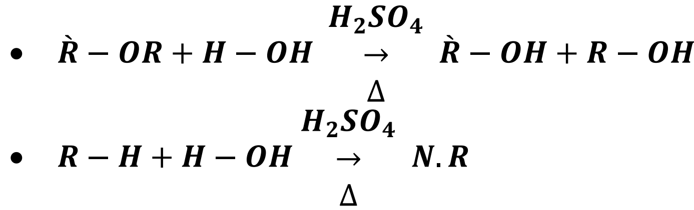


○ $\grave{R}-O-R+H-OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} \grave{R}-OH+R-OH$



- $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3+H-OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH+CH_3-CH_2-OH$

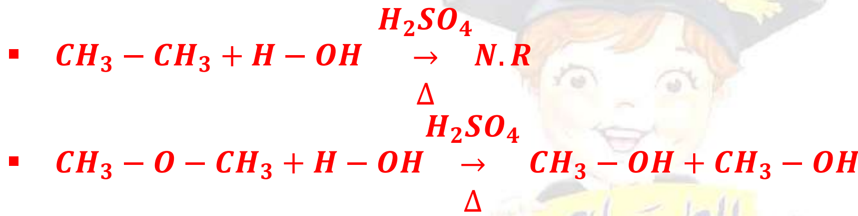
ويعتبر هذا التفاعل طريقة للتميز بين الايثرات و الالكان حيث يتفاعل الايثر مع الحامض H_2SO_4 المخفف ولا تتفاعل الالكانات معه



- $\grave{R} - OR + H - OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} \grave{R} - OH + R - OH$
- $R - H + H - OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} N.R$

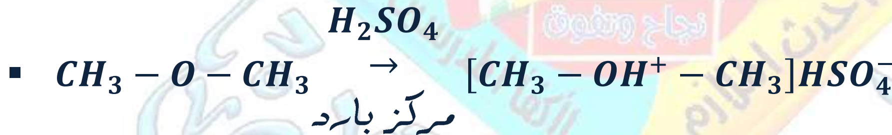
❖ تمرين 7 – 15 | كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثان ؟

✓ الحل | يتم التميز بين الايثرات والكانات بواسطة التفاعل مع H_2SO_4 المخفف الساخن حيث يتفاعل مع الايثرات ولا تتفاعل مع الالكان



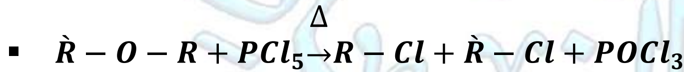
- $CH_3 - CH_3 + H - OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} N.R$
- $CH_3 - O - CH_3 + H - OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3 - OH + CH_3 - OH$

- ب- تفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم



- $CH_3 - O - CH_3 \xrightarrow[\text{مركز بارد}]{H_2SO_4} [CH_3 - OH^+ - CH_3]HSO_4^-$

- ج - التفاعل مع PCl_5 تتفاعل الايثرات مع خماسي كلوريد الفسفور PCl_5 لتعطي كلوريدات الالكيل $R - Cl$



- $\grave{R} - O - R + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} R - Cl + \grave{R} - Cl + POCl_3$



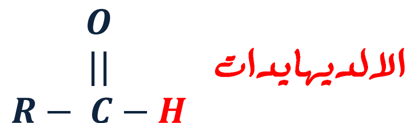
- $CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CH_2 - Cl + CH_3 - CH_2 - Cl + POCl_3$

❖ 7 – 5 | الالديهايدات والكيتونات

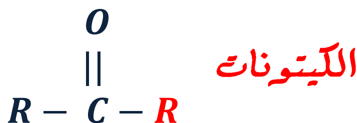


انقر على الباركود لمشاهدة شرح اللالديهات والكيتونات

- القانون العام $C_nH_{2n}O$
- الجموعة الفعالة $-\overset{\overset{\Large O}{||}}{C}-$ مجموعة كاربونيل
- الصيغة العامة



الالديهايدات $R - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H$



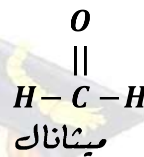
الكيتونات $R - \overset{\overset{O}{||}}{C} - R$

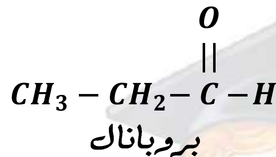
❖ تشترك الالديهايدات و الكيتونات في المجموعة الفعالة $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ وعندما يرتبط كاربون الكاربونيل بـ H يكون الديهايد وعندما يرتبط بـ R يكون كيتون

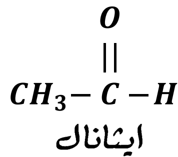
❖ تسمية الالديهايدات

▪ نختار اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكانال بحسب ذرات الكاربون ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة حيث

1- اذا كان الالديهايد بدون تفرع يكون الاسم : الكانال

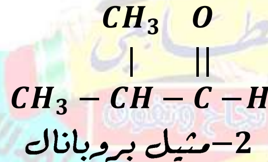

ميثانال

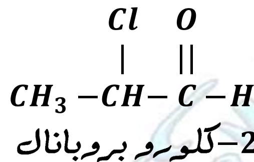

بروبانال


ايثانال

2- اذا كان الالديهايد متفرع تكون التسمية

رقم و اسم التفرع حسب الابجدية الكانال


2-مثيل بروبانال

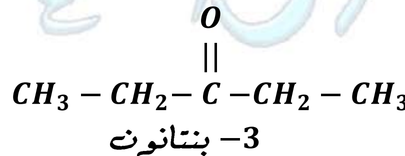

2-كلورو بروبانال

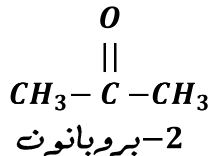
❖ تسمية الكيتونات

▪ نختار اطول سلسلة كاربونية حاوية على مجموعة الكاربونيل $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ ونعطيها اسم الكانون بحسب عدد ذرات الكاربون ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعاله حيث :

1- اذا كان الكيتون بدون تفرع تكون التسمية

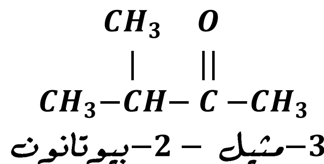
رقم الكاربونيل - الكانون

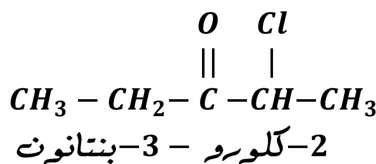

3- بنتانون


2-بروبانون

2- اذا كان الكيتون متفرع تكون التسمية :

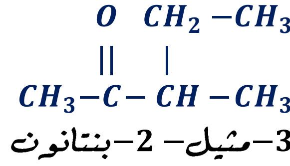
رقم و اسم التفرع حسب الابجدية - رقم الكاربونيل الكانون

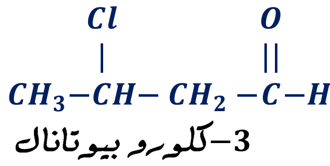

3-مثيل - 2-بيوتانون


2-كلورو - 3-بنتانون

❖ تمرين 7 – 16

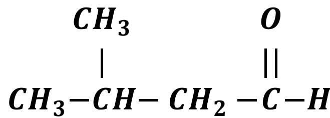
1- اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي


3–مثيل–2–بنتانون

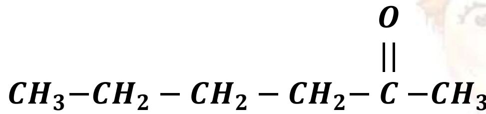

3–كلورو بيوتانال

2- ارسم الصيغة البنائية لكل ما يأتي :

أ) 3 – مثيل بيوتانال



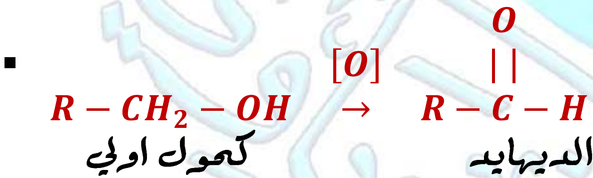
ب) 2–هكسانون

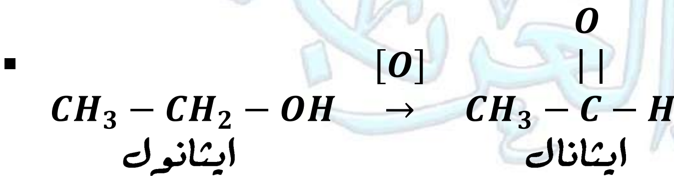


❖ تحضير الالديهايدات و الكيتونات

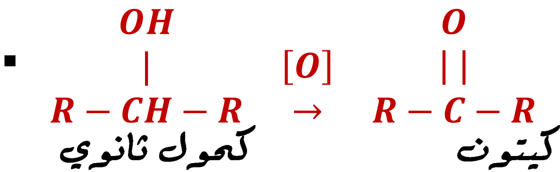
- تحضر الالديهايدات والكيتونات من اكسدة الكحولات الاولية والثانوية (المقابلة) حيث :

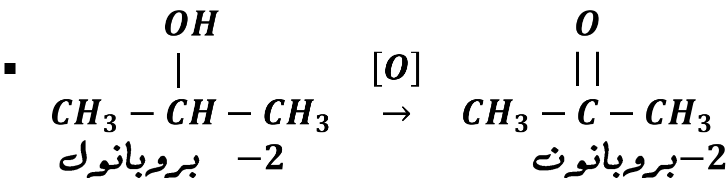
1- تحضر الالديهايدات من اكسدة الكحولات الاولية اكسده غير تامه
بوجود $KMnO_4/H^+$ او K_2CrO_7/H^+





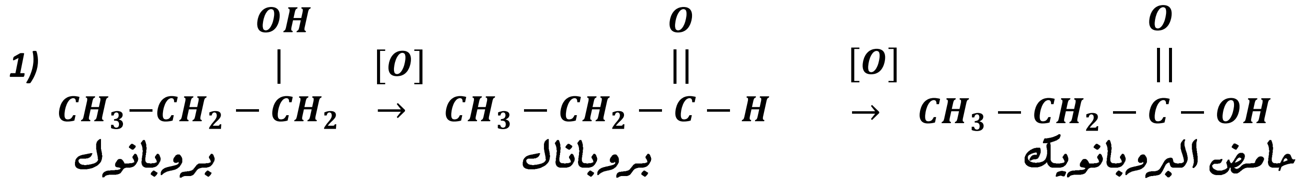
2- تحضر الكيتونات من اكسدة الكحولات الثانوية اكسدة تامة

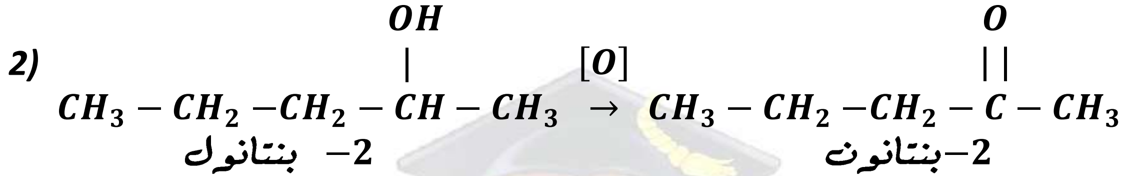




❖ مثال 7 – 7 | ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات :

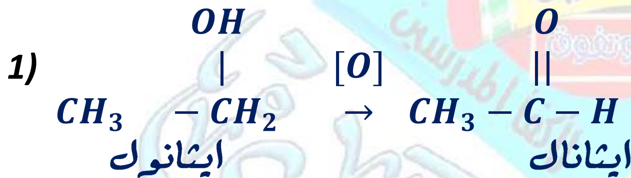
1) 1– بروبانول
2) 2– بنتانول

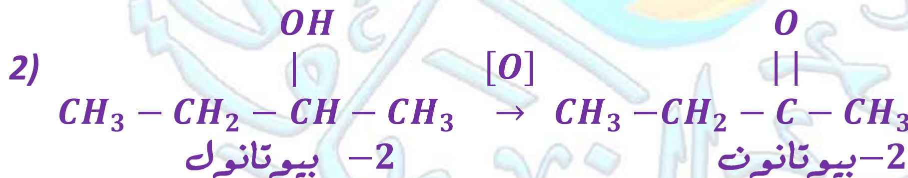




❖ تمرين 7 – 17 | حضر كلا من المركبات الاتية بأستخدام كحول مناسب

1) ايثانال
2) 2– بيوتانون





❖ خواص الالديهايدات والكيتونات

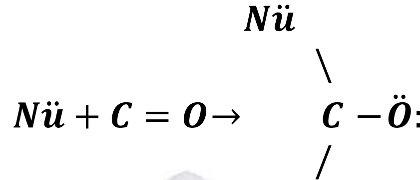
➢ أ- الخواص الفيزيائية

1- جميعها سوائل في درجة حرارة الغرفة عدا (الميثانال فهو غاز)
2- للالديهايدات روائح غير مقبوله وللكيتونات روائح مقبوله
3- كثافتها اقل من كثافة الماء
4- تمتزج بالماء بسبب قطبية مجموعة الكاربونيل
5- تذوب بالمذيبات العضوية كالأيثر
6- درجة غليانها اعلى من الالكانات و اقل من الكحولات المقابلة لها

ب - الخواص الكيميائية

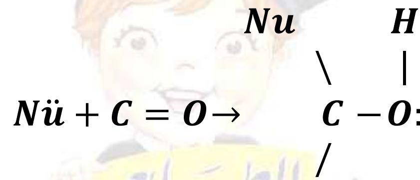
- تتفاعل الالديهايدات والكيتونات بسبب قطبية الكاربونيل :
حيث تتفاعل تفاعلات اضافة نيكلوفيلية وتكون بخطوتين

- الخطوة الاولى :- يهاجم الكاربون بكاشف نيوكلوفيلي



$$\ddot{N}u + C = O \rightarrow \overset{\ddot{N}u}{\diagdown}C - \ddot{O}:$$

- الخطوة الثانية :- يهاجم الاوكسجين بـ H^+

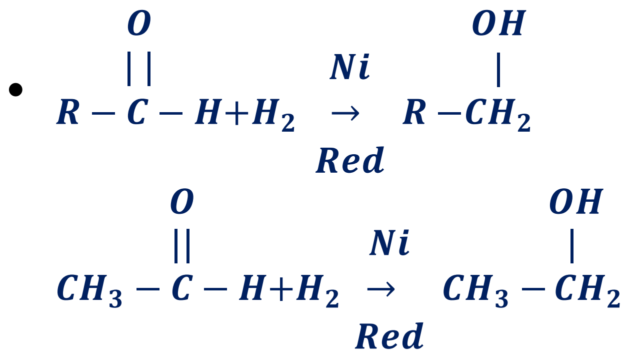


$$\ddot{N}u + C = O \rightarrow \overset{Nu}{\diagdown}C - \overset{H}{\underset{|}{O}}:$$

- الكاشف الالكتروفيلي: هي كواشف باحثة عن الالكترونات وهي ذرات او جزيئات او ايونات تستطيع استيعاب زوج من الالكترونات لأنها تمتلك اوربيتال فارغ وتمثل حوامض لويس مثل ايون الكاربونيوم R^+ و H^+
- الكاشف النيوكلوفيلي : هي كواشف باحثة عن النواة وهي ذرات او جزيئات او ايونات تستطيع هبة زوج من الالكترونات لأنها غنية بالالكترونات وتمثل قواعد لويس مثل ايون الكاربانيون R^- و OH^-

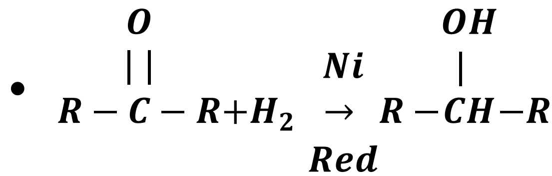
ومن اهم التفاعلات

1) اختزال الالديهايدات الكيتونات بالهيدروجين (عكس عملية اكسدة الكحولات)
(طريقة لتحضير الكحولات)

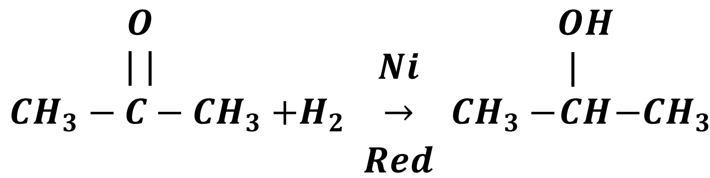


- $R - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H + H_2 \xrightarrow[Red]{Ni} R - \overset{OH}{\overset{|}{CH_2}}$

$CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H + H_2 \xrightarrow[Red]{Ni} CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{CH_2}}$



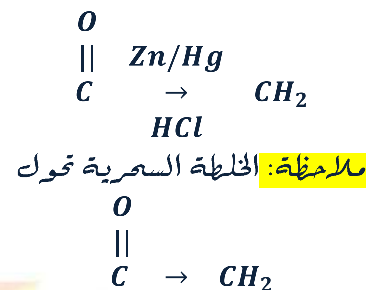
- $$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-R+H_2 \xrightarrow[Red]{Ni} R-\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-R$$



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3+H_2 \xrightarrow[Red]{Ni} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3$$

2) **اختزالها الى الالكانات :-** ويتم بواسطة Zn/Hg بوجود HCl كعامل مختزل

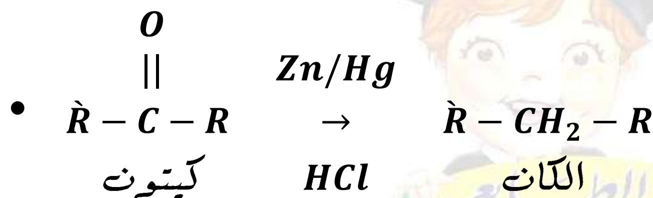
(طريقة تحضير الالكان) (خلطة سحرية)



$$\overset{O}{\overset{||}{C}} \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_2$$

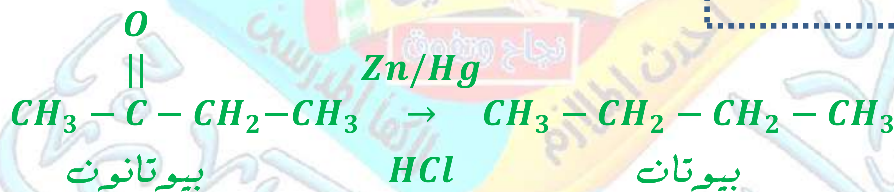
ملاحظة: الخلطة السحرية تحول

$$\overset{O}{\overset{||}{C}} \rightarrow CH_2$$



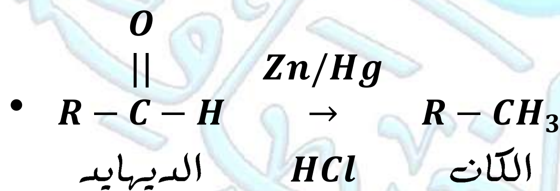
- $$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-R \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} R-CH_2-R$$

كيتون ← الكان



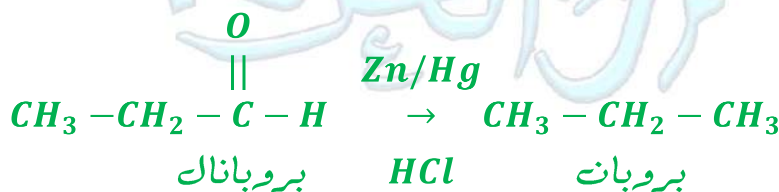
$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$$

بيوتانون ← بيوتان



- $$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} R-CH_3$$

الديهايد ← الكان

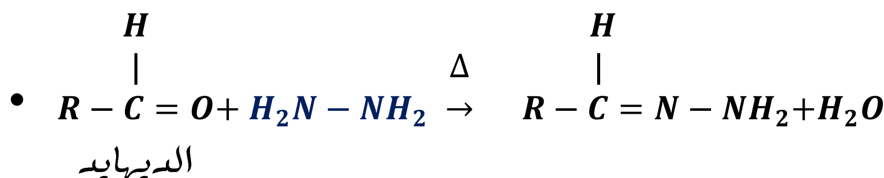


$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_2-CH_3$$

بروبانال ← بروبان

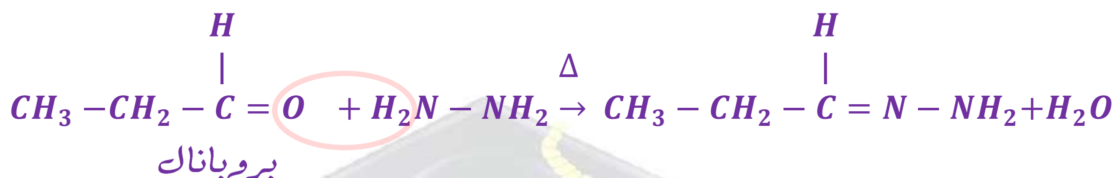
3- **تفاعلها مع الهيدرازين $(NH_2 - NH_2)$**

لتعطي قواعد شيف (الهيدرازون) ويستخدم هذا التفاعل للاستدلال عن وجود مجموعة الكاربونيل



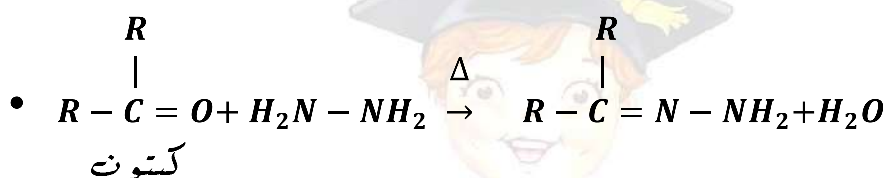
$$\bullet\ R - \overset{\overset{H}{|}}{C} = O + H_2N - NH_2 \xrightarrow{\Delta} R - \overset{\overset{H}{|}}{C} = N - NH_2 + H_2O$$

الديهايد



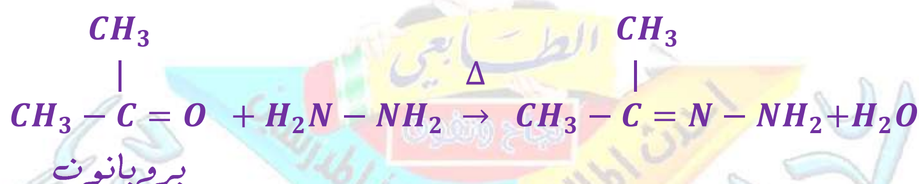
$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{H}{|}}{C} = O + H_2N - NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{H}{|}}{C} = N - NH_2 + H_2O$$

بروبانال



$$\bullet\ R - \overset{\overset{R}{|}}{C} = O + H_2N - NH_2 \xrightarrow{\Delta} R - \overset{\overset{R}{|}}{C} = N - NH_2 + H_2O$$

كيتون



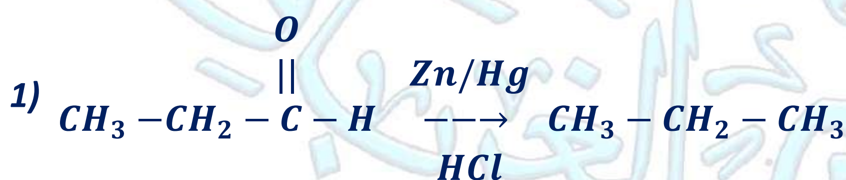
$$CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{C} = O + H_2N - NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{C} = N - NH_2 + H_2O$$

بروبانون

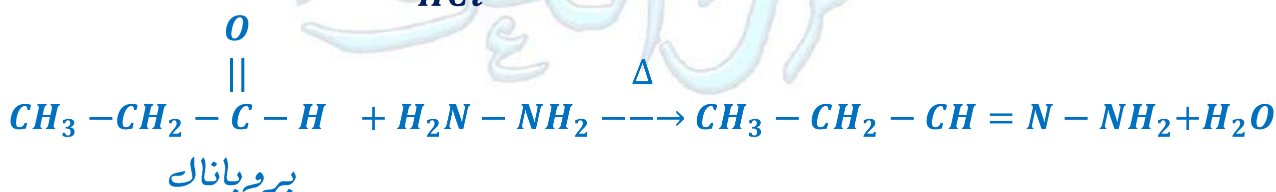
❖ **تمرين 7 – 19 |**

1) حضر البروبان من البروبانال 2) اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال

✓ **الحل ||**



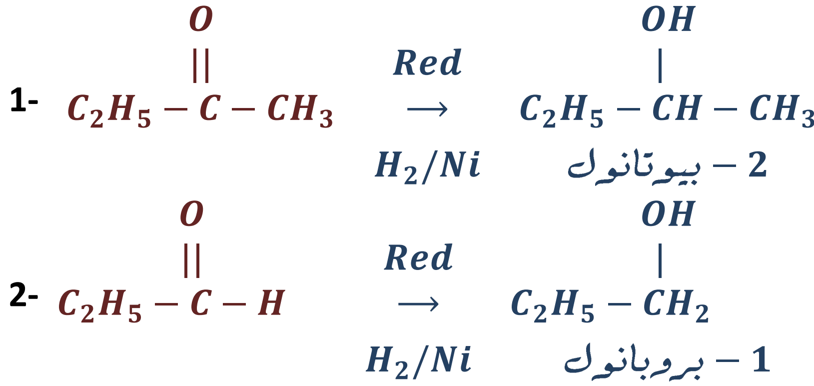
$$1)\ CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3 - CH_2 - CH_3$$



$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H + H_2N - NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CH_2 - CH = N - NH_2 + H_2O$$

بروبانال

❖ تمرين 7 – 18 | اكمل المعادلتين الاتيتين :



1- $C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-CH_3 \xrightarrow[H_2/Ni]{Red} C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-CH_3$

2 – بيوتانول

2- $C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-H \xrightarrow[H_2/Ni]{Red} C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH_2}$

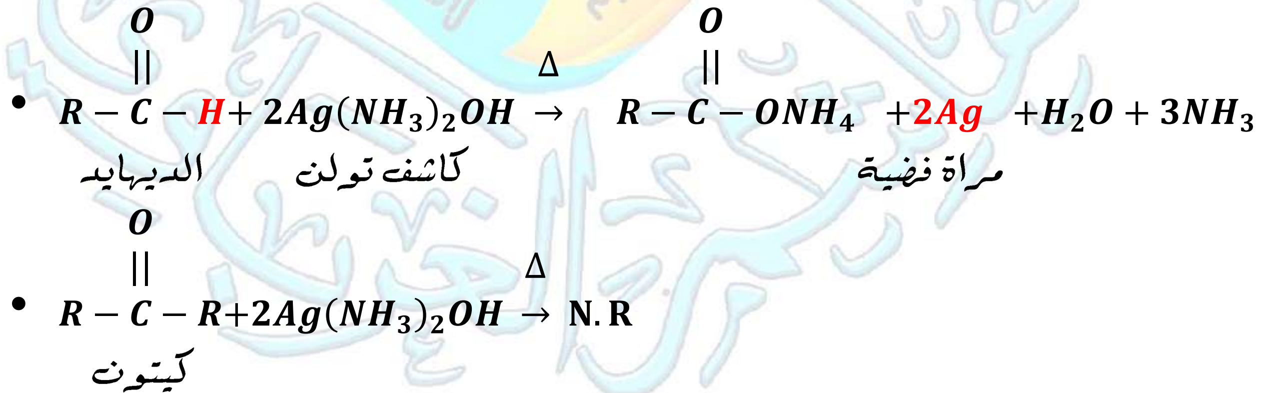
1 – بروبانول

4- الاكسدة :

- نظراً لوجود ذرة H^+ مرتبطة بكاربونيل الالديهايد بينما لا توجد H^+ في كاربونيل الكيتون يعتبر هذا التفاعل تفاعل تمييز بين الالديهايد و الكيتون بواسطة :

➢ أ – كاشف تولن

هو هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ يستخدم للكشف عن وجود الالديهايد حيث يتفاعل مع الالديهايد ويعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون بسبب عدم احتواء كاربون الكاربونيل على H^+ في الكيتون



- $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-H+2Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} R-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-ONH_4 +2Ag +H_2O+3NH_3$

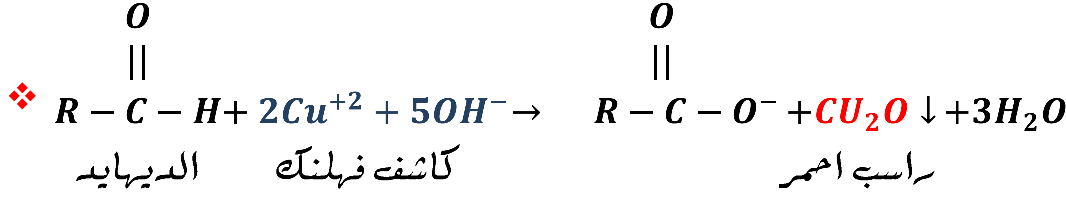
الديهايد   كاشف تولن   مراة فضية

- $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-R+2Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} N.R$

كيتون

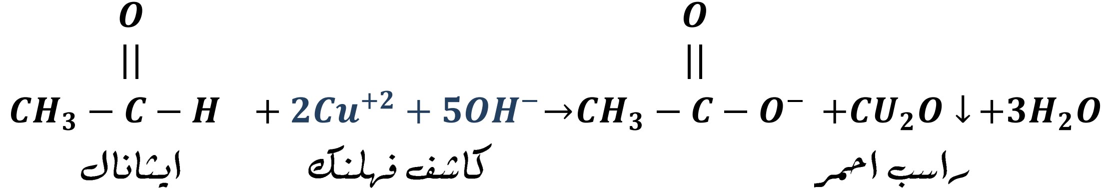
➢ ب – محلول فهلنك $(2Cu^{+2}+5OH^-)$

هو محلول قاعدي ازرق غامق يتفاعل مع الالديهايد ليعطي راسب احمر لاوكسيد النحاس بينما لايتفاعل مع الكيتون بسبب عدم احتواء كاربون الكاربونيل على H^+ في الكيتون



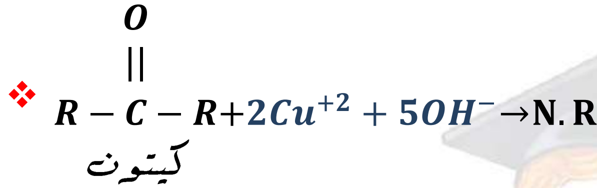
❖ $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H+2Cu^{+2}+5OH^{-}\rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^{-}+CU_2O\downarrow+3H_2O$

الديهايد　　كاشف فهلنك　　　　راسب احمر



$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H+2Cu^{+2}+5OH^{-}\rightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^{-}+CU_2O\downarrow+3H_2O$

ايثانال　　كاشف فهلنك　　　　راسب احمر



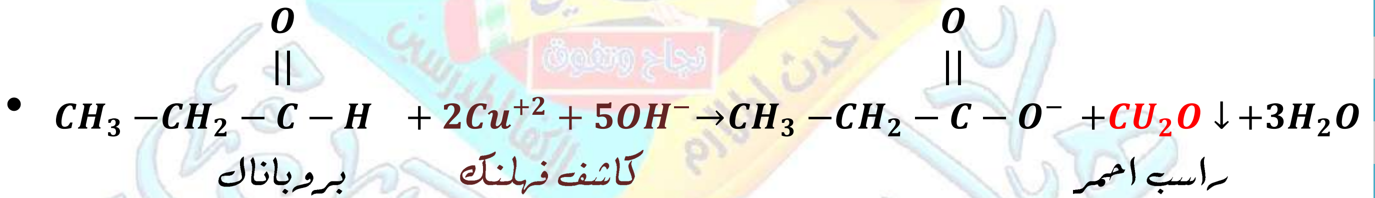
❖ $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-R+2Cu^{+2}+5OH^{-}\rightarrow N.R$

كيتون

❖ **تمرين 7 – 20** | كيف تميز عمليا بين مركب البروبانال والبروبانون باستخدام :

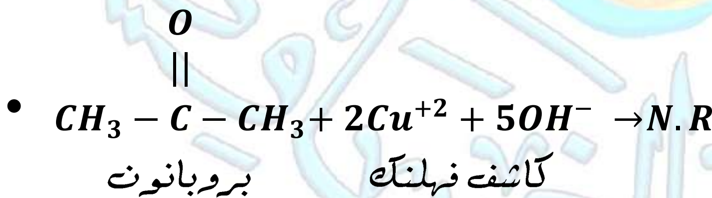
1- محلول فهلنك　　2- كاشف تولن

✓ **الحل** || 1) يتفاعل محلول فهلنك مع الالديهايد ويعطي راسب احمر ولا يتفاعل مع الكيتون



- $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H+2Cu^{+2}+5OH^{-}\rightarrow CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^{-}+CU_2O\downarrow+3H_2O$

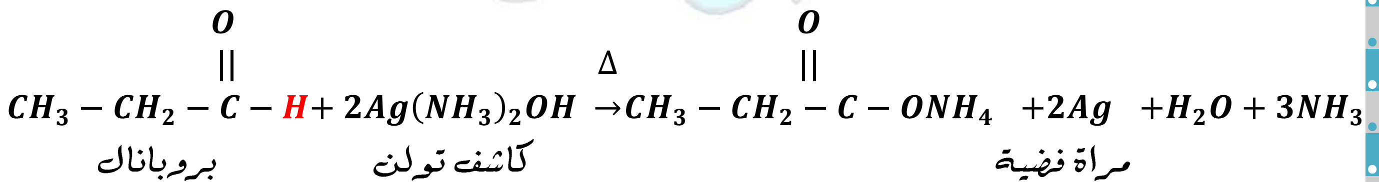
بروبانال　　كاشف فهلنك　　　　راسب احمر



- $CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3+2Cu^{+2}+5OH^{-}\rightarrow N.R$

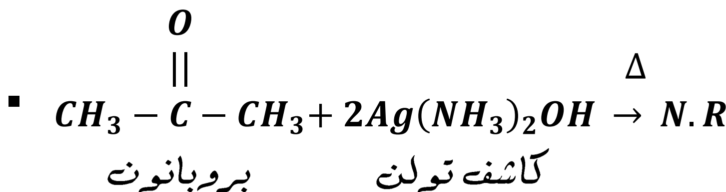
بروبانون　　كاشف فهلنك

2) يتفاعل كاشف تولن مع الالديهايد ليعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون



$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H+2Ag(NH_3)_2OH\xrightarrow{\Delta}CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONH_4+2Ag+H_2O+3NH_3$

بروبانال　　كاشف تولن　　　　مراة فضية



- $CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3+2Ag(NH_3)_2OH\xrightarrow{\Delta}N.R$

بروبانون　　كاشف تولن

❖ 7 – 6 | الحوامض الكاربوكسيلية


انقر على الباركود لمشاهدة شرح الحوامض الكاربوكيسيلة

- الصيغة العامة $R - COOH$
- القانون العام $C_nH_{2n}2O$
- المجموعة الفعالة $\overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$

ملاحظة || تحتوي الحوامض الكاربوكسيلية مجموعتين فعاليتين $-\overset{O}{\overset{||}{C}}-$, OH

➢ تسمية الحوامض الكاربوكسيلية

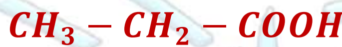
❖ نختار اطول سلسلة كاربونية حاوية على $\overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$ ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة ونعطي اسم الكانويك بحسب عدد ذرات الكاربون حيث

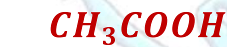
أ) اذا كان الحامض غير متفرع تكون التسمية : حامض الكانويك

ب) اذا كان الحامض متفرع تكون التسمية

حامض رقم واسم التفرع حسب الابجدية الكانويك


$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$
حامض البيوتانويك


$CH_3 - CH_2 - COOH$
حامض البروبانويك


CH_3COOH
حامض الايثانويك




$CH_3-CH_2-\underset{|}{CH}(CH_3)-\underset{|}{CH}(CH_3)-CH_2-COOH$ (ترقيم: 6 5 4 3 2 1)

حامض 4,3 – ثنائي مثيل هكسانويك

❖

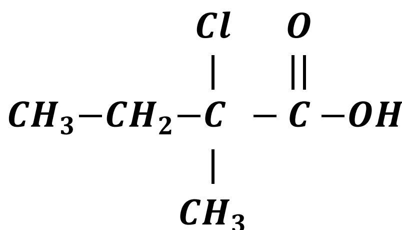


$CH_3 - CH(Br) - COOH$ (ترقيم: 3 2 1)

حامض 2 – برومو بروبانويك

❖ تمرين 7 – 21 |

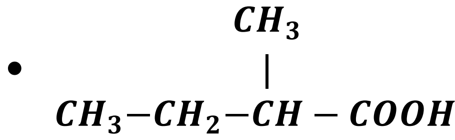
1- اكتب الاسم النظامي للمركب


$CH_3-CH_2-C(Cl)(CH_3)-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH$

حامض 2 – كلورو – 2 – مثيل بيوتانويك

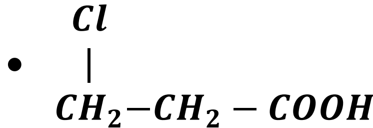
2- اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية :

أ) حامض 2– مثيل بيوتانويك

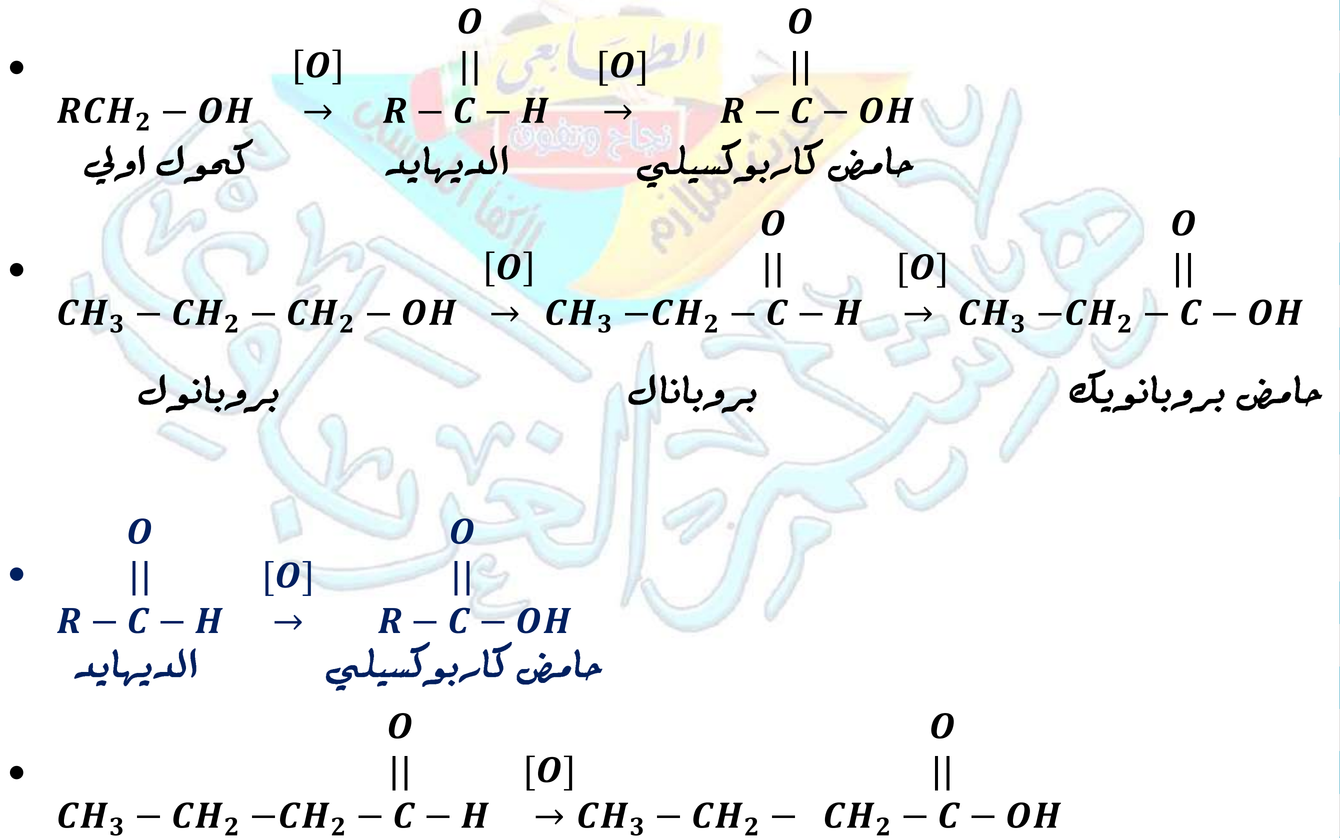


$$\begin{array}{c} \quad\quad\quad\quad\quad CH_3 \\ \quad\quad\quad\quad\quad | \\ CH_3-CH_2-CH-COOH \end{array}$$

ب) حامض 3– كلورو بروبانويك



$$\begin{array}{l} Cl \\ | \\ CH_2-CH_2-COOH \end{array}$$



❖ تحضير الحوامض الكاربوكسيلية

يتم تحضير الحوامض الكاربوكسيلية من

1) الطريقة السهله: من اكسدة الكحولات اكسدة تامة (الحامض الكاربوكسيلي يحوي نفس عدد C الكحول)

- $RCH_2-OH \xrightarrow{[O]} R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$

  كحول اولي → الديهايد → حامض كاربوكسيلي

- $CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$

  بروبانول → بروبانال → حامض بروبانويك

- $R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$

  الديهايد → حامض كاربوكسيلي

- $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$

➢ **ملاحظة** | تحضير الحوامض الكاربوكسيلية من اكسدة الكحولات والالديهايدات المقابلة مثلاً من ايثانول يمكن تحضير حامض الايثانويك و من اكسدة البروبانول يمكن تحضير حامض البروبانويك

2) الطريقه المطولة :من تفاعل كاشف كرينيارد مع غاز CO_2 ثم التحلل في وسط مائي

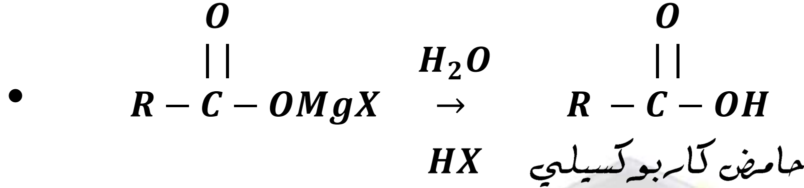


❖ $R-X+Mg \rightarrow R-MgX$

هاليد الكيل   كاشف كرينيارد



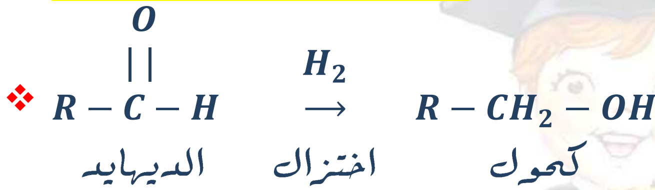
• $R-MgX+CO_2 \rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OMgX$ $\left(CO_2 = \overset{O}{\overset{||}{C}}-O \right)$



• $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OMgX \xrightarrow[HX]{H_2O} R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH$

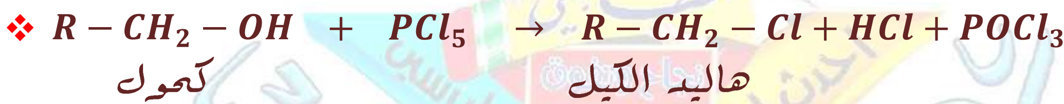
حامض كاربوكسيلي

❖ مخطط توضيح الطريقة المطوله ||



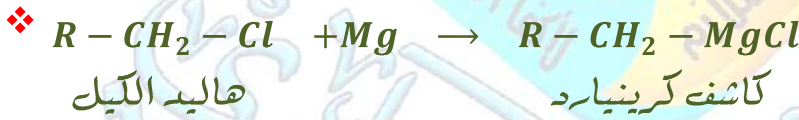
❖ $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H \xrightarrow{H_2} R-CH_2-OH$

الديهايد   اختزال   كحول



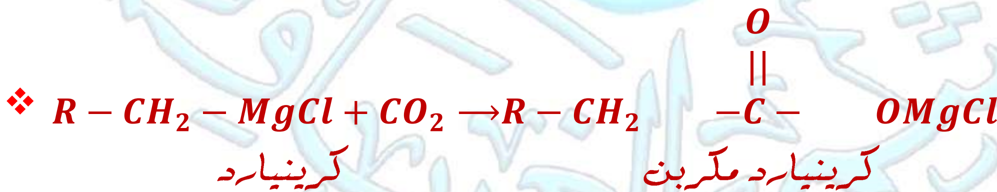
❖ $R-CH_2-OH + PCl_5 \rightarrow R-CH_2-Cl+HCl+POCl_3$

كحول   هاليد الكيل



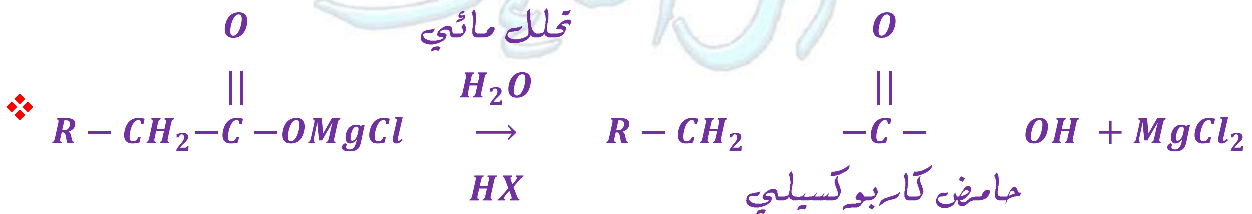
❖ $R-CH_2-Cl + Mg \rightarrow R-CH_2-MgCl$

هاليد الكيل   كاشف كرينيارد



❖ $R-CH_2-MgCl+CO_2 \rightarrow R-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OMgCl$

كرينيارد   كرينيارد مكربن



❖ $R-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OMgCl \xrightarrow[HX]{H_2O} R-CH_2-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + MgCl_2$

تحلل مائي   حامض كاربوكسيلي

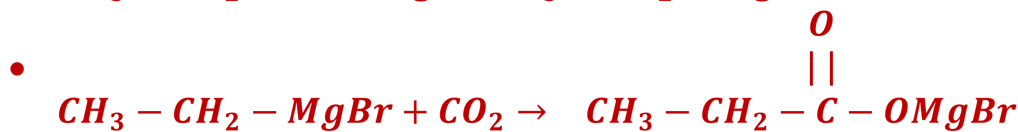
انتبه || هذه الطريقة اعلاه هي لتحضير حامض كاربوكسيلي يحوي ذرة كاربون اضافية عن المركب الذي مبتدأ منه المستخدم ممكن يبدأ من الديهايد او من كحول او من هاليد الكيل في كل الاحوال يجب ان نحصل على هاليد الكيل لكي نحضر منه كاشف كرينيارد ثم نكربنه

❖ تمرين 7 – 22 : حضر حامض البروبانويك من

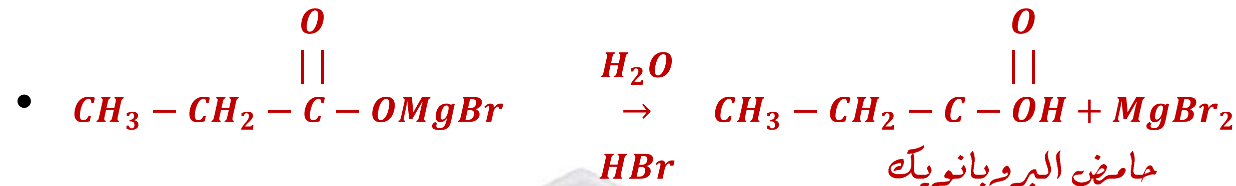
1- بروميد الاثيل



- $CH_3-CH_2-Br+Mg\rightarrow CH_3-CH_2-MgBr$



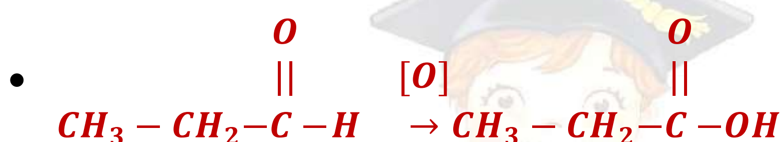
- $CH_3-CH_2-MgBr+CO_2\rightarrow CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgBr$



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgBr\ \xrightarrow[HBr]{H_2O}\ CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+MgBr_2$

حامض البروبانويك

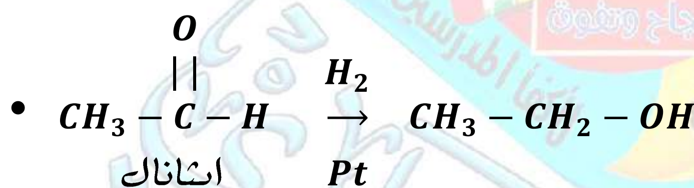
2- البروبانال



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H\ \xrightarrow{[O]}\ CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$

❖ مثال 7 – 8 | مبتدأ بالايثانال حضر البروبانويك

✓ الحل | | نلاحظ انه اعطى ايثانال ويطلب بروبانويك نستخدم التفاعل الذي يضيف ذرة كاربون اضافية

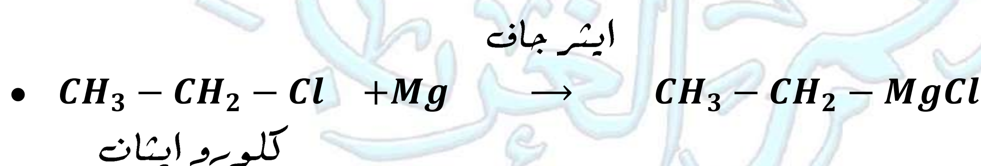


- $CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H\ \xrightarrow[Pt]{H_2}\ CH_3-CH_2-OH$

ايثانال

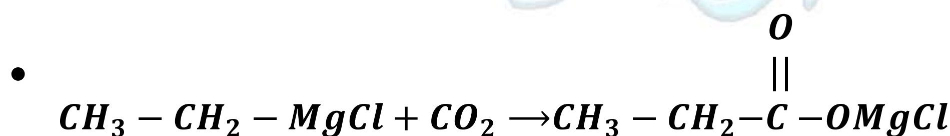


- $CH_3-CH_2-OH+PCl_5\rightarrow CH_3CH_2Cl+HCl+POCl_3$

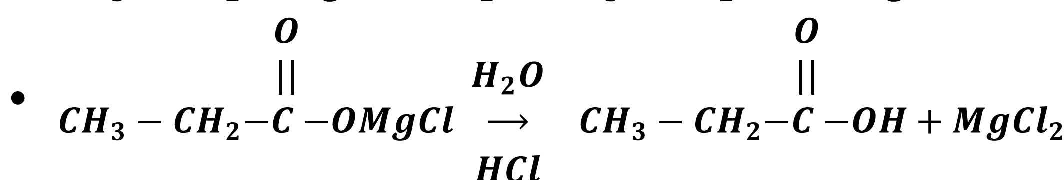


- $CH_3-CH_2-Cl\ +Mg\ \xrightarrow{\text{ايثر جاف}}\ CH_3-CH_2-MgCl$

كلورو ايثان



- $CH_3-CH_2-MgCl+CO_2\rightarrow CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl$

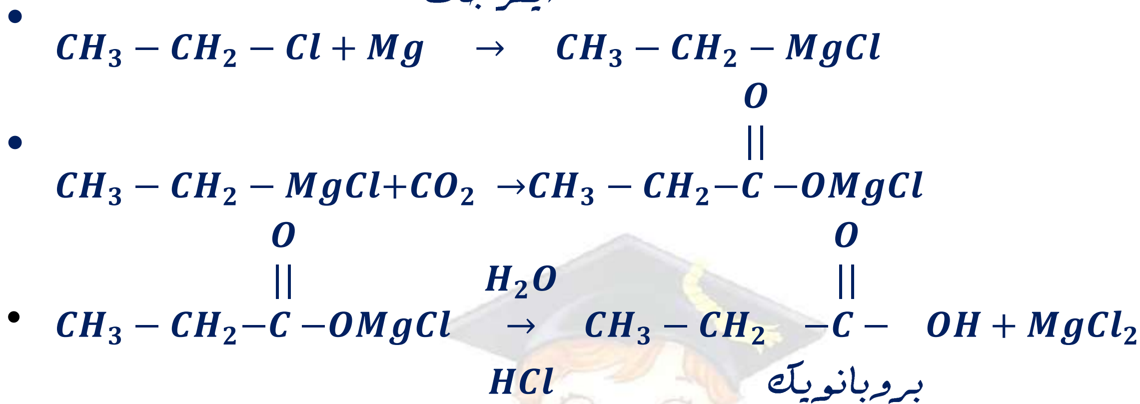


- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl\ \xrightarrow[HCl]{H_2O}\ CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+MgCl_2$

بروبانويك

❖ مثال 7 – 9 | مبتدأ بالكلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك

✓ الحل || اعطى كلوريد اثيل وطلب بروبانويك لذا نحتاج الى الطريقة التي تضيف ذرة كاربون للمركب الناتج

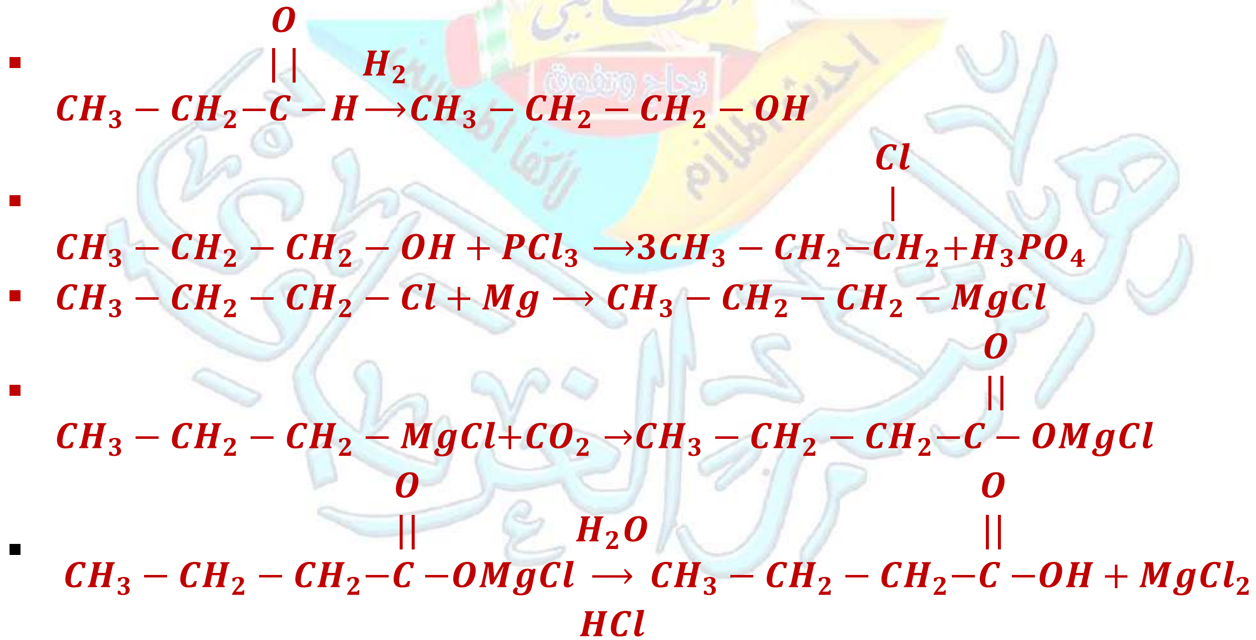


- $CH_3-CH_2-Cl+Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3-CH_2-MgCl$
- $CH_3-CH_2-MgCl+CO_2 \rightarrow CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl$
- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl \xrightarrow[HCl]{H_2O} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+MgCl_2$

بروبانويك

❖ تمرين 7 – 24 | مبتدأ بالبروباناك حضر حامض البيوتانويك

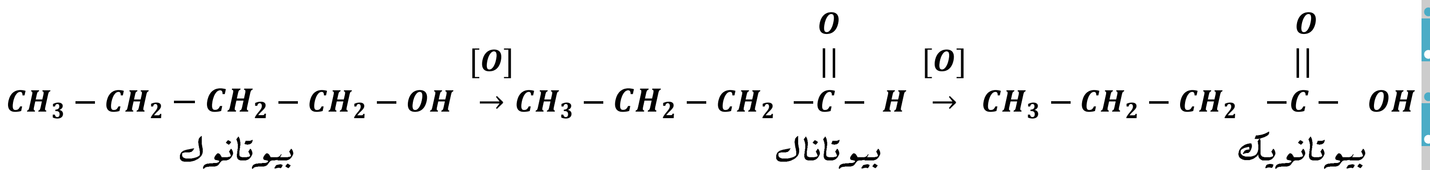
✓ الحل || نلاحظ ان الحامض الكاربوكسيلي يحوي ذرة كاربون اضافية عن البروباناك



- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{H_2} CH_3-CH_2-CH_2-OH$
- $CH_3-CH_2-CH_2-OH+PCl_3 \rightarrow 3CH_3-CH_2-\overset{\overset{Cl}{|}}{CH_2}+H_3PO_4$
- $CH_3-CH_2-CH_2-Cl+Mg \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-MgCl$
- $CH_3-CH_2-CH_2-MgCl+CO_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl$
- $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl \xrightarrow[HCl]{H_2O} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+MgCl_2$

❖ تمرين 7 – 25 | حضر حامض البيوتانويك من كحول البيوتانول

✓ الحل || نلاحظ ان البيوتانول يحوي نفس عدد ذرات الكاربون مع البيوتانويك لذلك نستخدم طريقة الاكسدة التامة للكحولات



$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

بيوتانول بيوتانال بيوتانويك

❖ الخواص العامة للحوامض الكاربوكسيلية

➢ أ الخواص الفيزيائية

1- الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الاقل من (C_{10}) سوائل ذات رائحه حاده وغير مقبولة

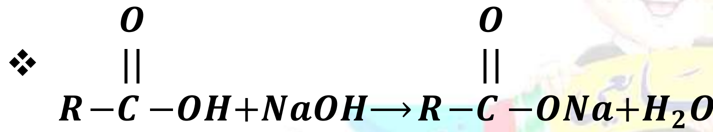
2- الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الصغيرة جيدة الذوبان بالماء اما الاكبر فتقل قابلية ذوبانها

3- تزداد درجة غليانها بزيادة الكتلة المولية وهي اعلى درجة من الكحولات المقابلة لها بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين مجموعة OH و $-\overset{O}{\overset{||}{C}}-$

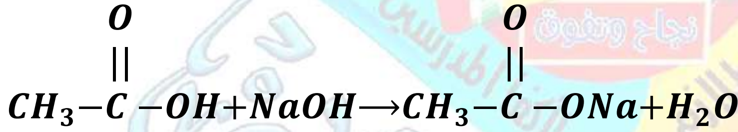
➢ ب الخواص الكيميائية

1- تتفاعل الحوامض الكاربوكسيلية مع القواعد لتعطي ملح وماء

❖



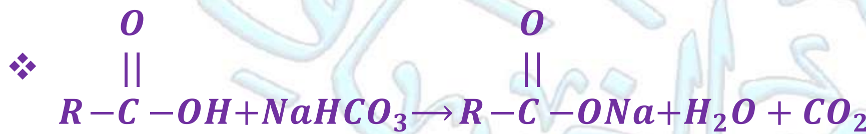
$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+NaOH\rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa+H_2O$$



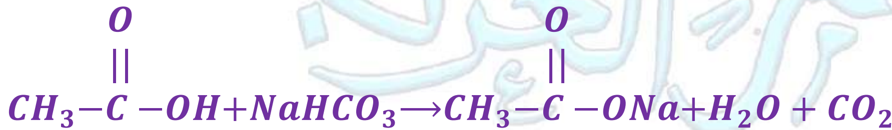
$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+NaOH\rightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa+H_2O$$

2- تتفاعل الحوامض الكاربوكسيلية مع الكاربونات و البيكاربونات لتعطي ملح وما و CO_2

❖



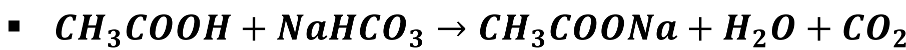
$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+NaHCO_3\rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa+H_2O+CO_2$$



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+NaHCO_3\rightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa+H_2O+CO_2$$

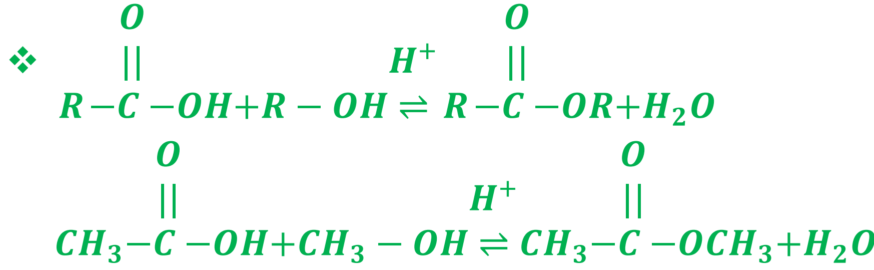
❖ تمرين 7 – 23 | اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$

✓ الحل ||



- $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$

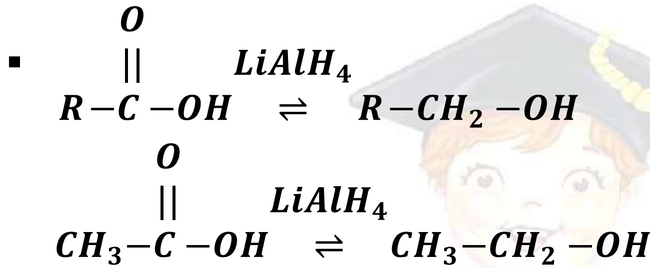
3- تتفاعل الحوامض الكاربوكسيلية مع الكحولات لتعطي الاسترات بوجود HCl او H_2SO_4



❖ $$R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+R-OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OR+H_2O$$

$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH+CH_3-OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_3+H_2O$$

4- اختزال الحوامض الكاربوكسيلية الى كحولات الاولية بوجود $LiAlH_4$



▪ $$R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \overset{LiAlH_4}{\rightleftharpoons} R-CH_2-OH$$

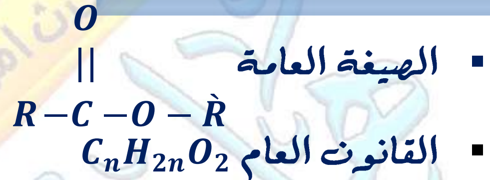
$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \overset{LiAlH_4}{\rightleftharpoons} CH_3-CH_2-OH$$

❖ 7 – 7 | الاسترات



انقر على الباركود لمشاهدة شرح الاسترات

▪ الصيغة العامة



$$R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-\grave{R}$$

▪ القانون العام $C_nH_{2n}O_2$

➢ هي مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية

❖ تسمية الاسترات :

1- نختار اطول سلسلة كاربونية حاوية على $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ ونرقم من الطرف القريب للتفرع بحيث

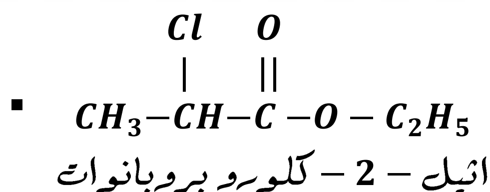
تأخذ $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ رقم واحد

2- أ – اذا كان الاستر غير متفرع تكون التسمية :

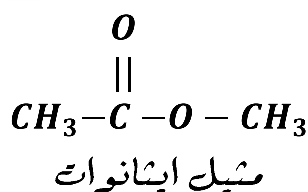
الكيل + الكانوات

ب – اذا كان الاستر متفرع تكون التسمية

الكيل –رقم و اسم التفرع حسب الابجدية – الكانوات

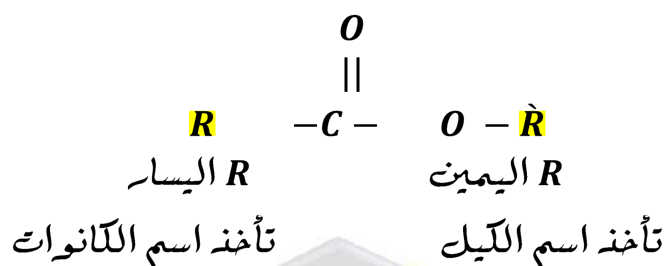


▪ اثيل – 2 – كلورو بروبانوات



مثيل ايثانوات

ملاحظة || في الاسترات



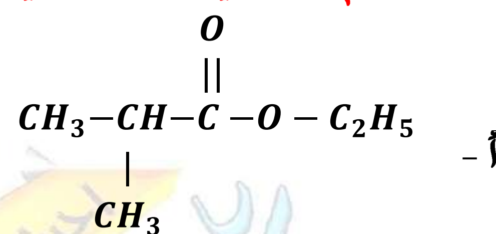
R اليمين تأخذ اسم الكيل

R اليسار تأخذ اسم الكانوات

❖ تمرين 7 – 26 |

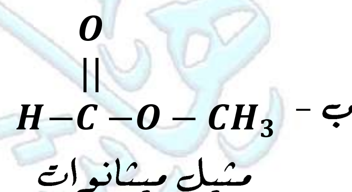
1- اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي

أ -



اثيل – 2 – مثيل بروبانوات

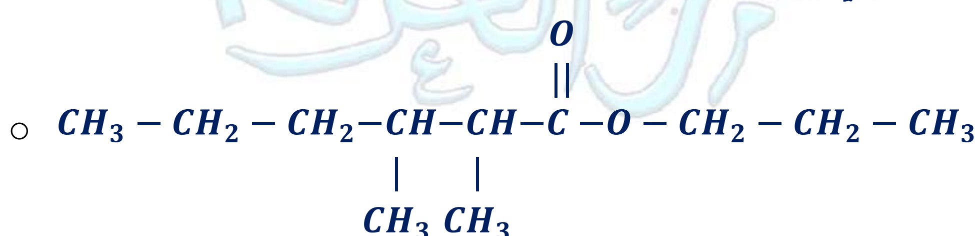
ب -



مثيل ميثانوات

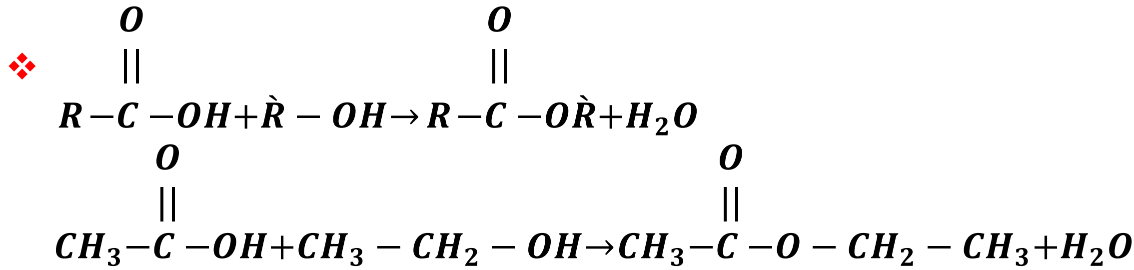
2- ارسم الصيغة البنائية للمركب الاتي

بروبيل – 2,3– ثنائي مثيل هكسانوات



➢ تحضير الاسترات

1 – تحضر الاسترات من تفاعل الحامض الكاربوكسيلي مع الكحولات

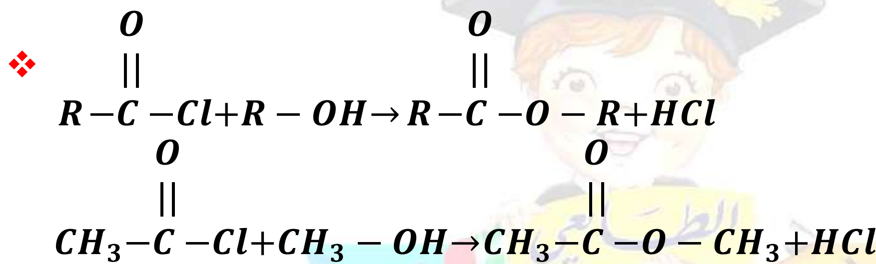


❖

$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+\acute{R}-OH\rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O\acute{R}+H_2O$$

$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH+CH_3-CH_2-OH\rightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-CH_2-CH_3+H_2O$$

2 – تحضر من تفاعل كلوريد الحامض الكاربوكسيلي مع الكحولات

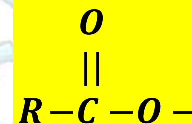


❖

$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-Cl+R-OH\rightarrow R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-R+HCl$$

$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-Cl+CH_3-OH\rightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-CH_3+HCl$$

❖ **ملاحظة** || في تحضير الاسترات من الطريقتين اعلاه يكون :

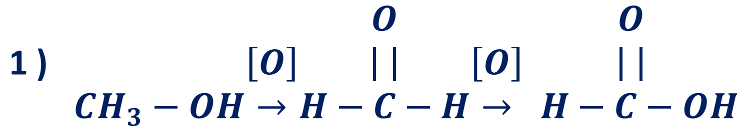
- $\acute{R}$ اليمين (الالكيل) قادم من الكحول
-  $R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-$ اليسار الكانوات قادم من الحامض الكاربوكسيلي

❖ **انتبه** | في تحضير الاسترات عندما يعطي مبتدأ (بمركب)
نحول هذا المركب الى حامض كاربوكسيلي

❖ تمرين 7 – 27 |

1- مبتدأ بالميثانول حضر اثيل ميثانوات
2- مبتدأ بالايثانول حضر مثيل بروبانوات
3- مبتدأ بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات

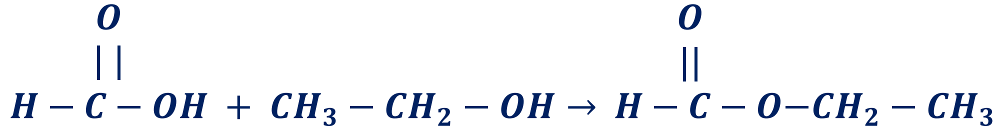
✓ الحل ||



1)

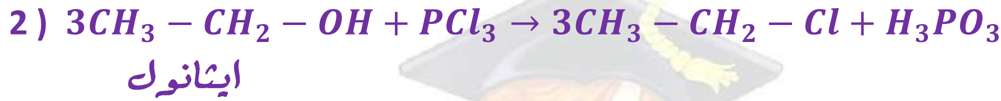
$$CH_3-OH \xrightarrow{[O]} H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

ميثانول ميثانال ميثانويك



$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \rightarrow H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3$$

ميثانويك ايثانول اثيل ميثانوات



2) $3CH_3-CH_2-OH + PCl_3 \rightarrow 3CH_3-CH_2-Cl + H_3PO_3$

ايثانول



$$CH_3-CH_2-Cl + Mg \rightarrow CH_3-CH_2-MgCl$$

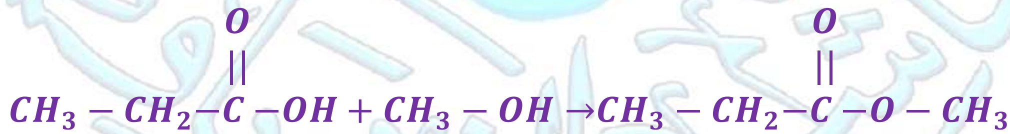


$$CH_3-CH_2-MgCl + CO_2 \rightarrow CH_3-CH_2-COOMgCl$$



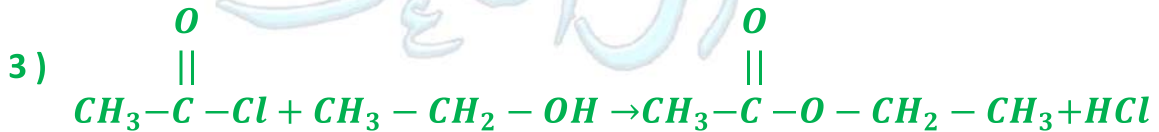
$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

حامض بروبانويك



$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH + CH_3-OH \rightarrow CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_3$$

مثيل بروبانوات



3)

$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-Cl + CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3 + HCl$$

❖ الخواص العامة للاسترات

➢ أ – الخواص الفيزيائية

1- تظهر الاسترات صفة قطبية في جزيئاتها تقل بازدياد الجزء غير القطبي

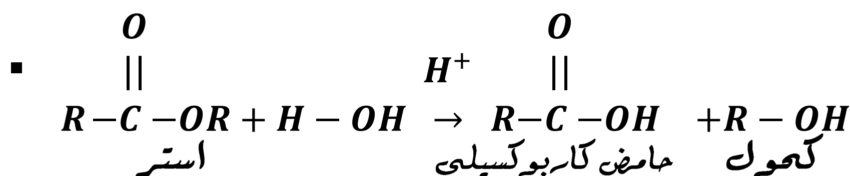
2- درجة غليانها واطئة لان ليس لها القابلية على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها

3- لاتذوب في الماء لان ليس لها القابلية على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

4- تستخدم كمذيب عضوي لمواد عضوية اخرى

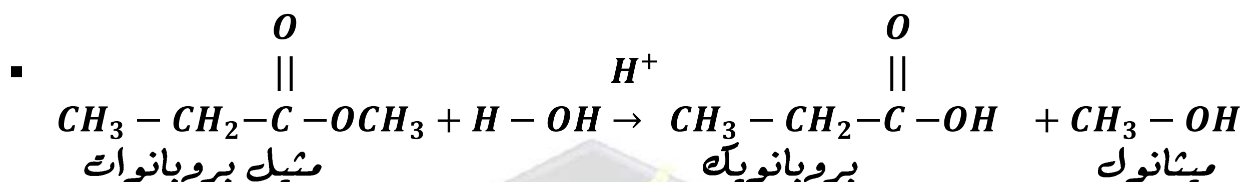
ب - الخواص الكيميائية (مهم)

1- التحلل المائي للاسترات في محيط حامضي (عكس تحضير الاسترات)



$$R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OR + H-OH \xrightarrow{H^+} R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH + R-OH$$

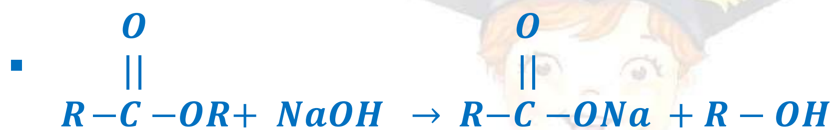
استر — حامض كاربوكسيلي — كحول



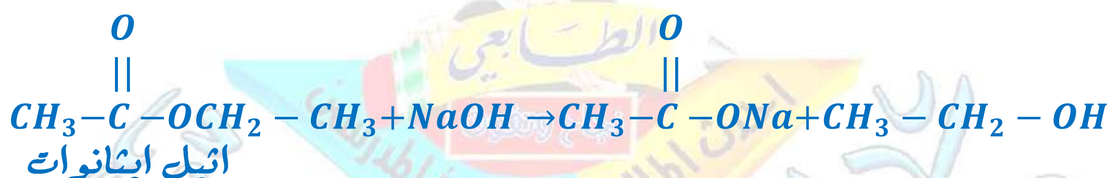
$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_3 + H-OH \xrightarrow{H^+} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH + CH_3-OH$$

مثيل بروبانوات — بروبانويك — ميثانول

2- التحلل المائي للاسترات في محيط قاعدي (عملية الصوبنة)



$$R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OR + NaOH \rightarrow R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-ONa + R-OH$$



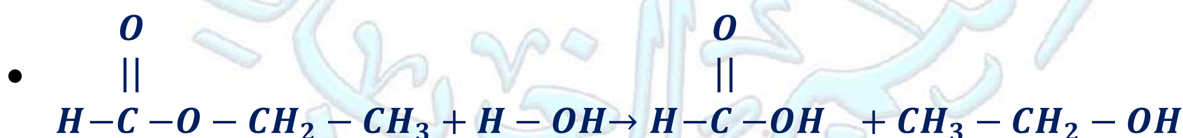
$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_2-CH_3 + NaOH \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-ONa + CH_3-CH_2-OH$$

اثيل ايثانوات

❖ تمرين 7 – 28 |

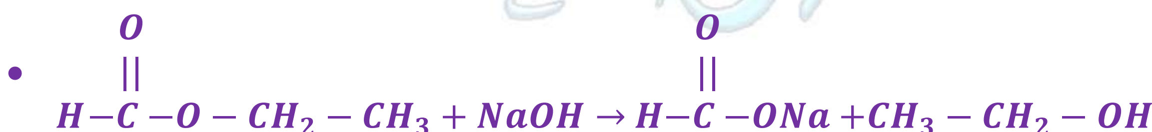
➢ اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مره في وسط حامضي واخرى في وسط قاعدي

- أ- في وسط حامضي



$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H-OH \rightarrow H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH$$

- ب - في وسط قاعدي



$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3 + NaOH \rightarrow H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-ONa + CH_3-CH_2-OH$$

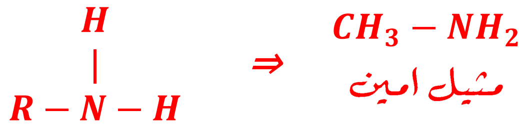

انقر على الباركود لمشاهدة شرح الامينات

➢ 7 – 8 | الامينات

- هي مشتقات للامونيا NH_3 حيث تحل مجموعة الكيل واحده بدل ذرة هيدروجين او اكثر في الامونيا

➢ تقسم الامينات الى

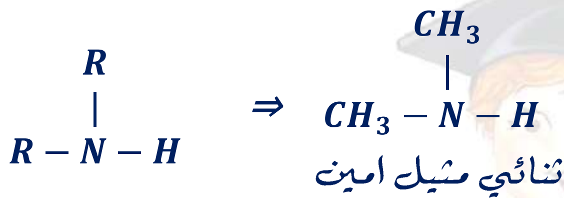
1- امين اولي



$$R-\underset{}{\overset{H}{\overset{|}{N}}}-H \Rightarrow CH_3-NH_2$$

مثيل امين

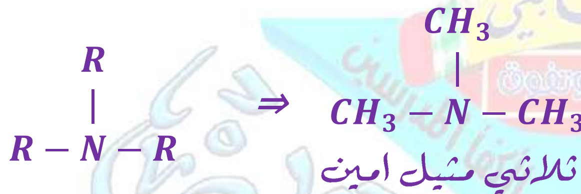
2- امين ثانوي



$$R-\overset{R}{\overset{|}{N}}-H \Rightarrow CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{N}}-H$$

ثنائي مثيل امين

3- امين ثالثي



$$R-\overset{R}{\overset{|}{N}}-R \Rightarrow CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{N}}-CH_3$$

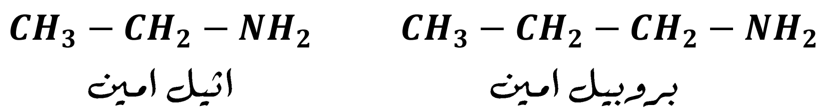
ثلاثي مثيل امين

❖ تسمية الامينات

➢ أ – الطريقة الشائعة (التجارية)

1- اذا كانت مجموعة الامين NH_2 مرتبطة بمجموعة الكيل واحد تكون التسمية

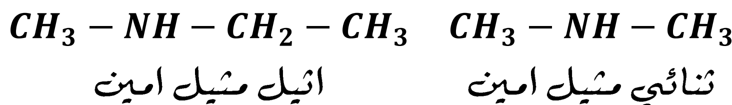
الكيل + امين



- $CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ بروبيل امين ، $CH_3-CH_2-NH_2$ اثيل امين

2- اذا كانت مجموعة الامين NH_2 مرتبطة باكثر من مجموعة الكيل تكون التسمية

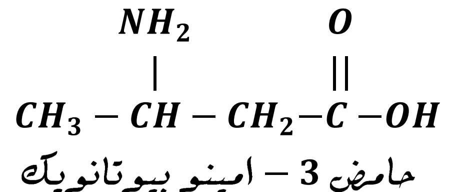
الالكيل حسب الابجدية + امين

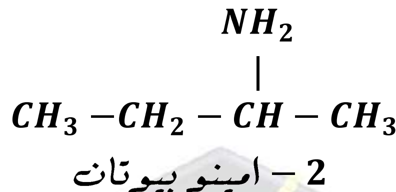


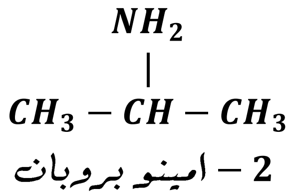
- $CH_3-NH-CH_3$ ثنائي مثيل امين ، $CH_3-NH-CH_2-CH_3$ اثيل مثيل امين

ب - الطريقة النظامية

نسمي حسب الطريقة النظامية اذا كانت مجموعة الامين هي المتفرعة حيث نسمي المركب الاساس حسب اسمه كما درسناه ونعامل NH_2 على انه تفرع اعتيادي وتأخذ اسم (امينو NH_2)



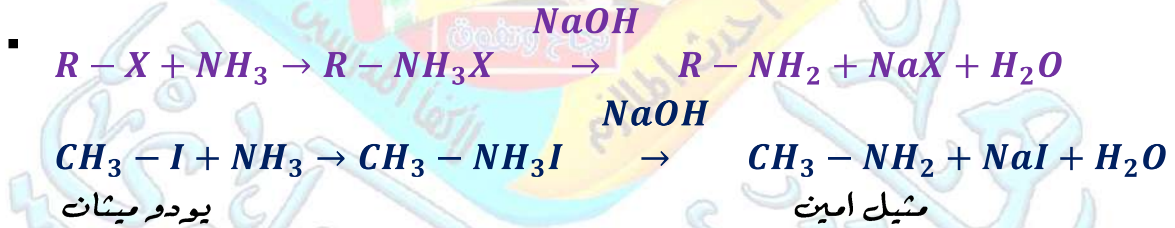




تحضير الامينات

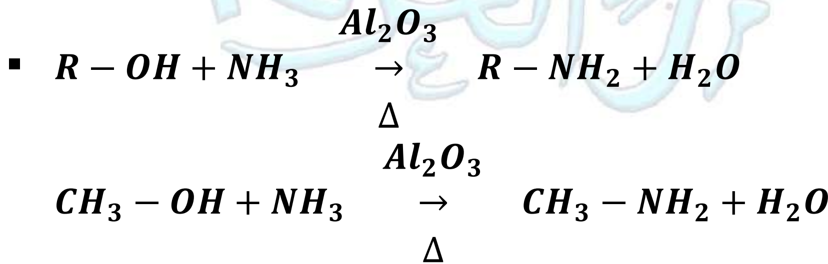
- الامينات هي مشتقات الامونيا لذلك تكون الامونيا عنصر اساس في تحضيرها ويمكن تحضير الامينات من

1- تفاعل الامونيا مع هاليد الالكيل ثم تمرير المحلول على $NaOH$



❖ وتعتبر هذه الطريقة غير ناجحة مختبرياً لان الناتج عباره عن مزيج من عدة امينات اولية وثانوية وثالثية يصعب فصلها عن بعضها

2- تفاعل الامونيا مع الكحولات بوجود الالومينا الساخنة



❖ وفي هذا التفاعل يفضل استخدام كميات كبيره من الامونيا(علل) لأن المحلول الناتج يكون عباره عن مزيج من امينا اولية وثانوية وثالثية وعند استخدام كميات كبيرة من الامونيا يكون الناتج امين اولي

❖ تمرين 7 – 29 | حضر اثيل امين من هاليد الكيل مناسب

❖ الحل ||



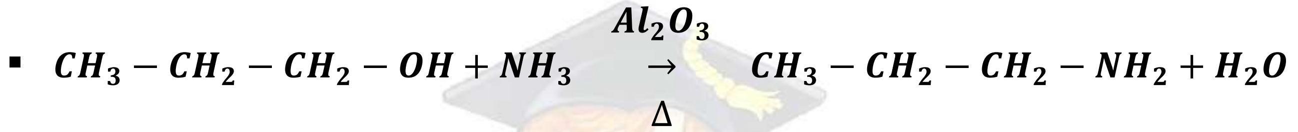
$$CH_3-CH_2-Cl+NH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-NH_3Cl$$



- $CH_3-CH_2-NH_3Cl \xrightarrow{NaOH} CH_3-CH_2-NH_2+NaCl+H_2O$

❖ تمرين 7 – 30 | حضر بروبيل امين باستخدام كحول مناسب

الحل ||



- $CH_3-CH_2-CH_2-OH+NH_3 \underset{\Delta}{\xrightarrow{Al_2O_3}} CH_3-CH_2-CH_2-NH_2+H_2O$

❖ الخواص العامة للامينات

➢ أ - الخواص الفيزيائية

1- تمتلك الامينات ذات الكتل المولية الواطئة رائحة مشابهه للامونيا

2- تكون غازات او سوائل في درجة حرارة الغرفة

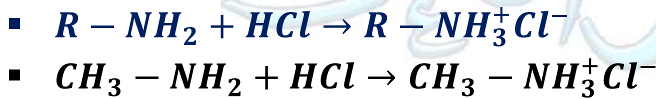
3- تكون درجة غليانها عالية بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بينية

4- قابلة للذوبان في الماء بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

5- تذوب في بعض المذيبات العضوية مثل الايثر و البنزين

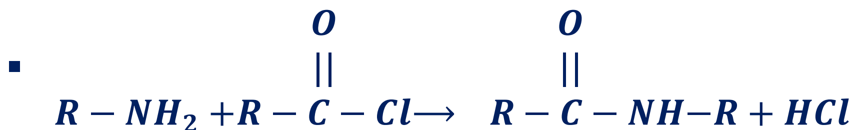
➢ ب – الخواص الكيميائية

1- تعتبر الامينات قواعد بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك لذرة النتروجين والذي يمكن ان يكون اواصر جديدة مع حوامض لويس (يعتبر هذا التفاعل تمييز بين الامين والالكان حيث يتفاعل HCl مع الامين ولايتفاعل مع الالكان)

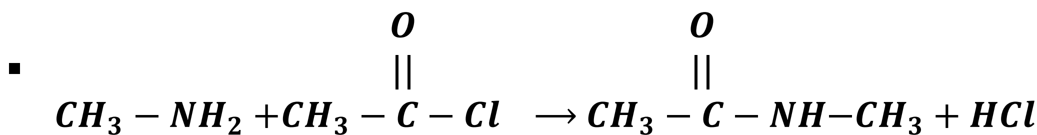


- $R-NH_2+HCl \rightarrow R-NH_3^+Cl^-$
- $CH_3-NH_2+HCl \rightarrow CH_3-NH_3^+Cl^-$

2- تتفاعل الامينات مع كلوريد الحامض الكاربوكسيلي لتكوين الاميدات



- $R-NH_2+R-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-Cl \rightarrow R-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH-R+HCl$



- $CH_3-NH_2+CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-Cl \rightarrow CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH-CH_3+HCl$

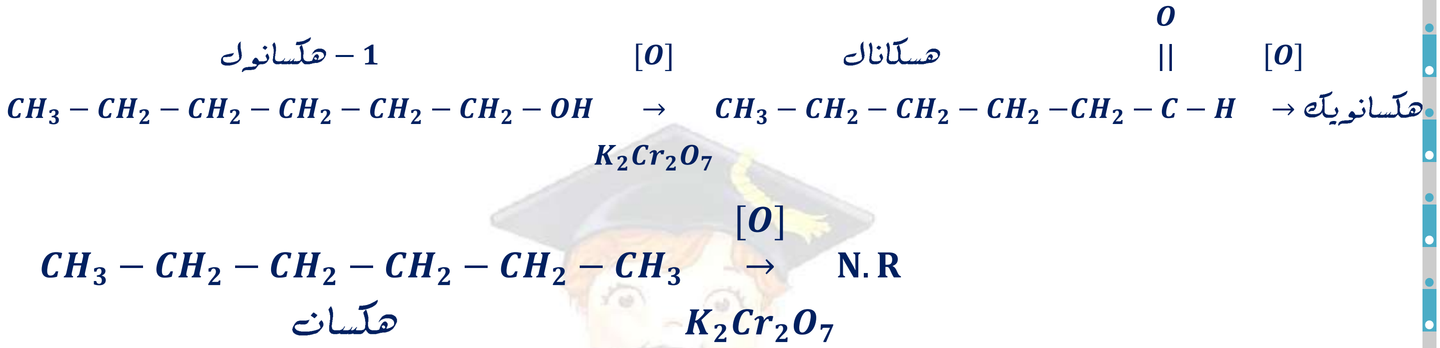
حل اسئلة الفصل السابع

سؤال7 – 1 | نظم جدولا يتضمن المعلومات الاتية حول كل من المركبات المبينة في ادناه ومنها العائلة التي ينتمي اليها المركب اسم المركب المجموعة الوظيفية .

المركب	العائلة	اسم المركب	المجموعة الوظيفية
$CH_2 = CH_2$	الكين	ايثين	الاصرة المزدوجة
$CH \equiv CH$	الكاين	ايثاين	الاصرة الثلاثية
CH_3OCH_3	ايثر	ميثوكسي ميثان	$C-O-C$
CH_3-CH_2-OH	كحول	الايثانول	$-OH$
CH_3-CH_2-Cl	هاليد الكيل	كلورو ايثان	$C-Cl$
CH_3-CH_3	الكان	ايثان	لا توجد
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_3$	استر	ميثل ايثانوات	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$	الديهايد	ايثانال اسيتالديهايد	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$	كيتون	بروبانون 2ـ استيون	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$	حامض كاربوكيسلي	حامض الايثانويك حامض الخليك	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$
$CH_3CH_2NH_2$	امين	اثيل امين	$-NH_2$

سؤال 7 – 2 | انبوبتا اختبار يحتويان على سائلين غير ملونين في احدهما 1– هكسانول وفي الاخرى هكسان كيف تميز بين السائلين ؟

الجواب | 1- هكسانول (كحول) والهكسان (الكان) وللتميز بينهما بطريقة الاكسدة وبوجود عوامل مؤكسدة مثل $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ حيث يتأكسد 1– هكسانول يعطي الديهايد ثم الحامض الكاربوكسيلي المقابل اما الهكسان لا يتأكسد



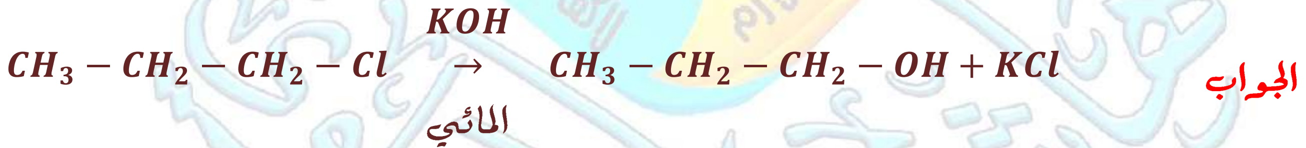
$$\underset{\text{1 – هكسانول}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7]{[O]} \underset{\text{هسكانال}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} \text{هكسانويك}$$

$$\underset{\text{هكسان}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7]{[O]} \text{N.R}$$

سؤال 7 – 3 | اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات الاتية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة .

أ) 1– بروبانول من 1– كلورو بروبان

الجواب



$$CH_3-CH_2-CH_2-Cl \xrightarrow[\text{المائي}]{KOH} CH_3-CH_2-CH_2-OH + KCl$$

ب) الايثانول من الايثين

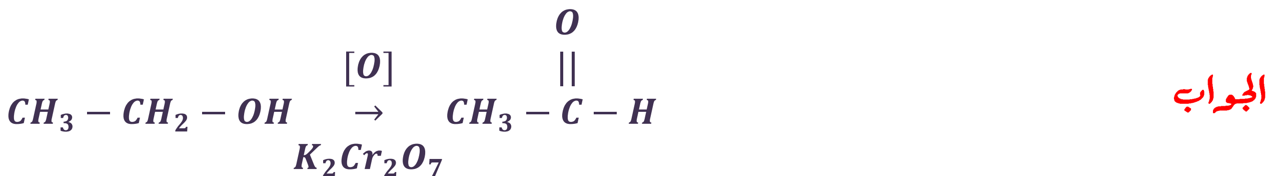
الجواب



$$CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH$$

ج) الايثانال من الايثانول :

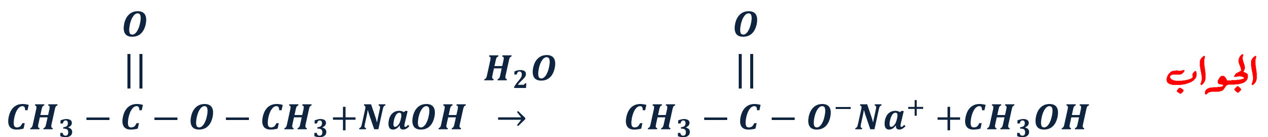
الجواب



$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[K_2Cr_2O_7]{[O]} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H$$

د) ايثانوات الصوديوم من مثيل ايثانوات

الجواب

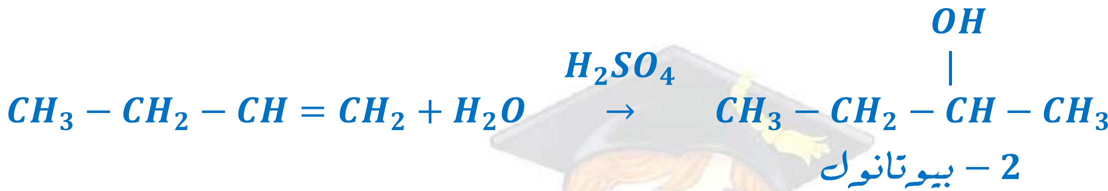


$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_3+NaOH \xrightarrow{H_2O} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O^-Na^+ +CH_3OH$$

سؤال 7 – 4 | يتوافر في المختبر كل من المركبين 1– كلورو بيوتان و 1–بيوتين ايهما تختار لتحضير 1– بيوتانول

الحل ||

المركب 1– بيوتين (الكين) ممكن يتحول الى كحول باضافة الماء بوسط حامضي حسب قاعدة ماركوفنيكوف يتكون 2– بيوتانول اما عند تفاعل 1– كلورو بيوتان مع KOH المائي يتكون 1– بيوتانول وهو المطلوب



$$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - \underset{|}{\overset{OH}{CH}} - CH_3$$

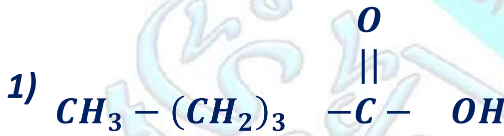
2 – بيوتانول



$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - Cl + KOH \xrightarrow{\text{مائي}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$$

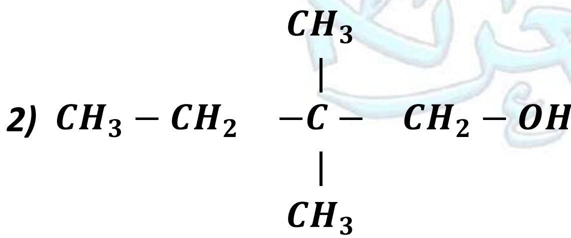
1– بيوتانول

سؤال 7 – 5 | اعط اسماء المركبات التالية على وفق نظام ايوباك



1) $CH_3 - (CH_2)_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$

حامض البنتانويك



2) $CH_3 - CH_2 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - CH_2 - OH$

2و2 ثنائي مثيل 1– بيوتانول



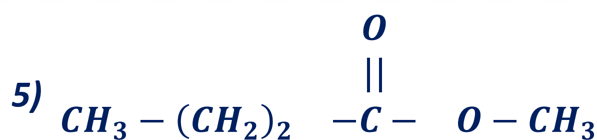
3) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - Br$

1- برومو بنتان



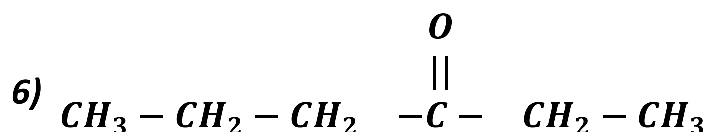
4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2$

1 - امينو بيوتان



5) $CH_3-(CH_2)_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_3$

مثيل بيوتانوات



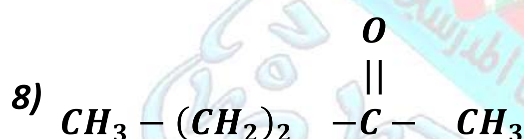
6) $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-CH_2-CH_3$

3– هكسانون



7) $CH_3-(CH_2)_4-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-H$

هكسانال



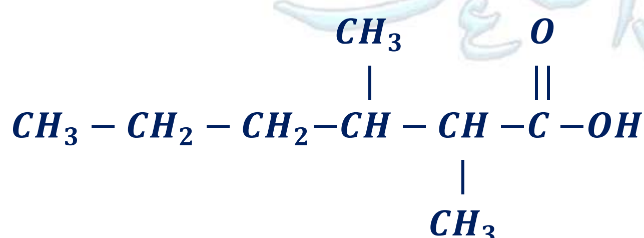
8) $CH_3-(CH_2)_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-CH_3$

2– بنتانون

سؤال 7 – 6 | ما الصيغة البنائية للمركبات العضوية الاتية

1) حامض 3, 2 – ثنائي مثيل الهكسانويك

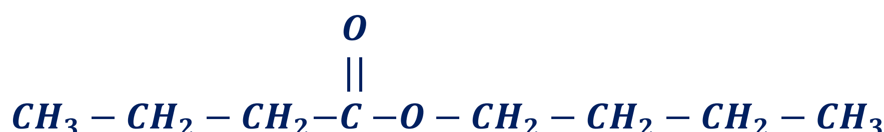
الجواب



$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{}{\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{CH}}-\underset{\underset{\large CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-OH$$

2) بيوتيل بيوتانوات

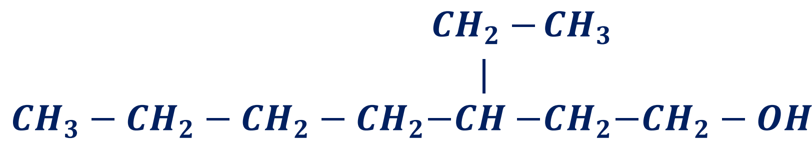
الجواب



$$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

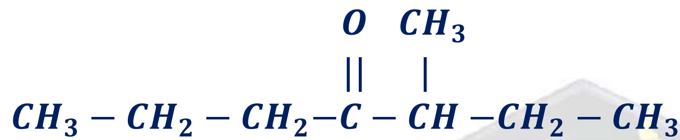
3) 3–اثيل هبتانول

الجواب



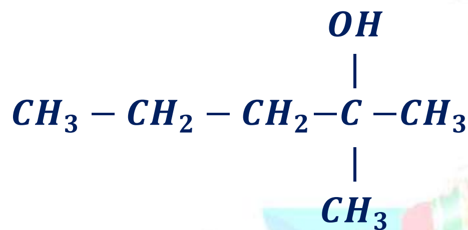
4) 3 – مثيل 4– هبتانون

الجواب



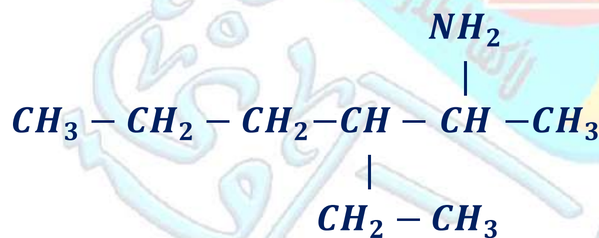
5) 2– مثيل– 2– بنتانول

الجواب



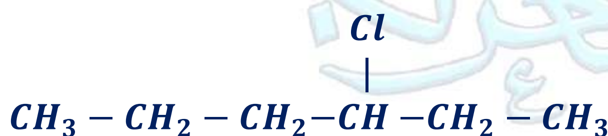
6) 3 – اثيل – 2– امينو هكسان

الجواب



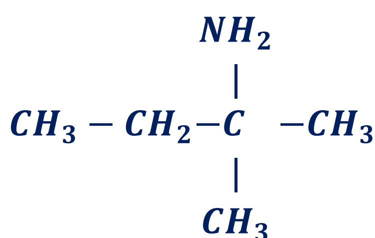
7) 3– كلورو هكسان

الجواب



8) 2 – امينو – 2– مثيل بيوتان

الجواب



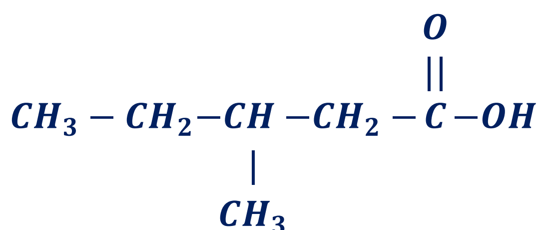


9) ثنائي بيوتيل ايثر

الجواب $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

10) حامض 3– مثيل بنتانويك

الجواب



$$CH_3-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

سؤال 7 – 7 | اكتب بعض الصيغ البنائية المحتملة لكل من المركبات الاتية مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها واكتب اسمائها حسب نظام ايوباك

الحل ||



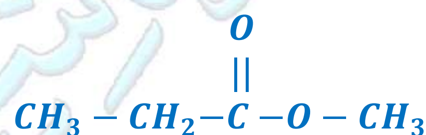
$C_4H_8O_2 \Leftarrow C_nH_{2n}O_2$ اما حامض كاربوكسيلي او استر

اسماء الاسترات

الجموعة الوظيفية للاستر

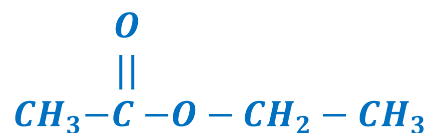


$$-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$$



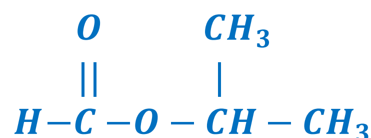
$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_3$$

مثيل بروبانوات



$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3$$

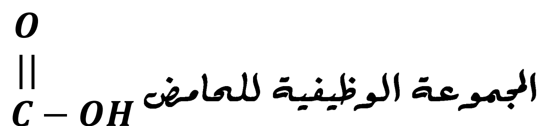
اثيل ايثانوات



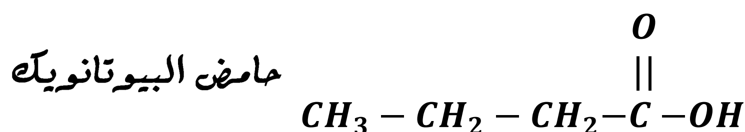
$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

بروبيل ميثانوات

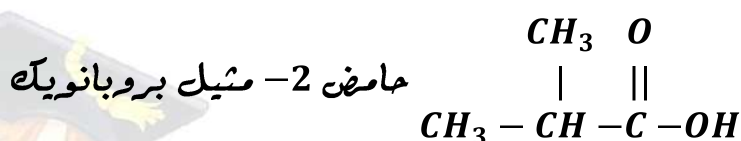
اسماء الحوامض الكاربوكسيلية



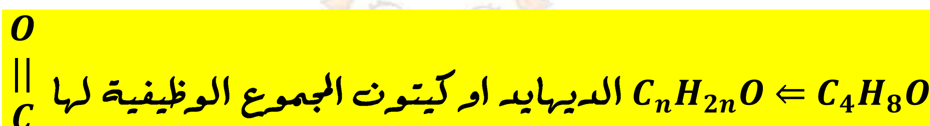
الجموعة الوظيفية للحامض $\overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$



$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$ حامض البيوتانويك

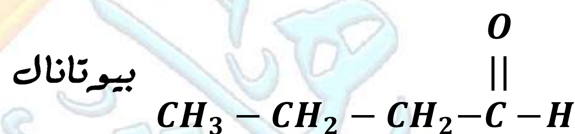


$CH_3 - \underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}} - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$ حامض 2- مثيل بروبانويك

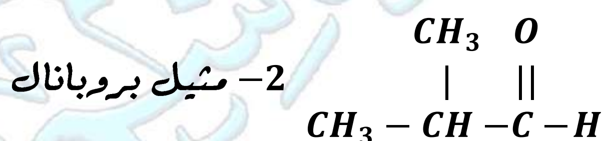


$C_4H_8O \Leftarrow C_nH_{2n}O$ الديهايد او كيتون الجموع الوظيفية لها $\overset{O}{\overset{||}{C}}$

اسماء الديهايدات

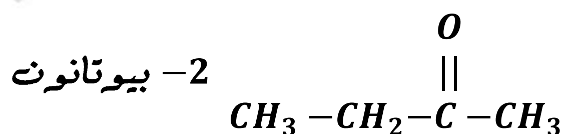


$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H$ بيوتانال



$CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{CH}} - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H$ 2- مثيل بروبانال

اسماء الكيتون



$CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3$ 2- بيوتانون



$C_4H_9OH \Leftarrow C_nH_{2n+2}O$ اما كحولات الجموعه الوظيفية هي $-OH$ او الايثرات الجموعة

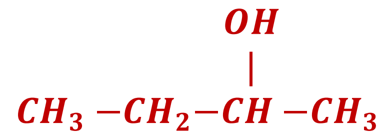


الوظيفية هي $-OR'$

اسماء الكحولات

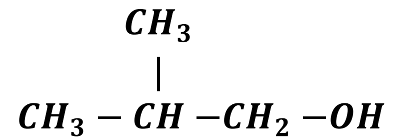


$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ 1- بيوتانول



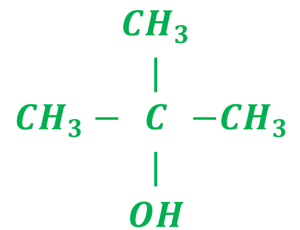
$$CH_3-CH_2-\underset{|}{\overset{OH}{CH}}-CH_3$$

2- بيوتانول



$$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}-CH_2-OH$$

2- مثيل - 1- بروبانول



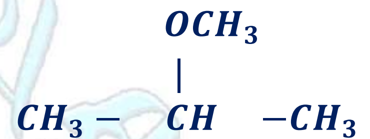
$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

2- مثيل - 2- بروبانول

اسماء الايثرات

$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3$ ميثوكسي بروبان

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ ايثوكسي ايثان



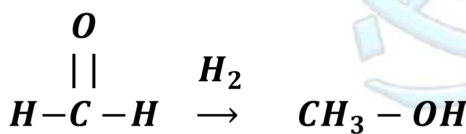
$$CH_3-\overset{OCH_3}{\overset{|}{CH}}-CH_3$$

2- ميثوكسي بروبان

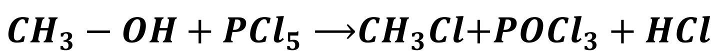
سؤال 7 – 8 | اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الاتية

1) مبتدئاً بالميثانال حضر حامض الايثانويك

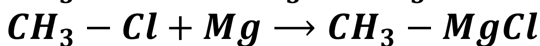
الحل | نحول الميثانال الى ميثانول ثم الى كلورو ميثان ثم الى كاشف كرينيارد ثم مفاعلة مع CO_2 ثم التحلل المائي ليتحول الى حامض الايثانويك



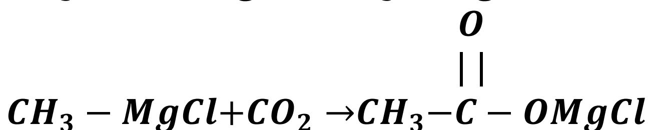
$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{H_2} CH_3-OH$$



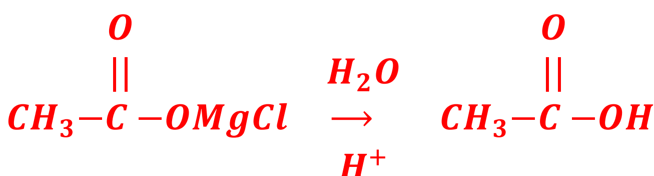
$$CH_3-OH+PCl_5 \rightarrow CH_3Cl+POCl_3+HCl$$



$$CH_3-Cl+Mg \rightarrow CH_3-MgCl$$



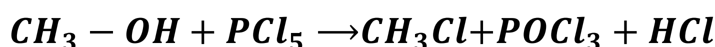
$$CH_3-MgCl+CO_2 \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl$$

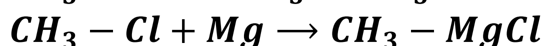


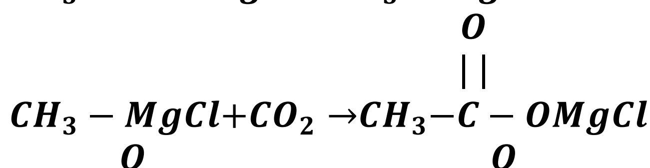
$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

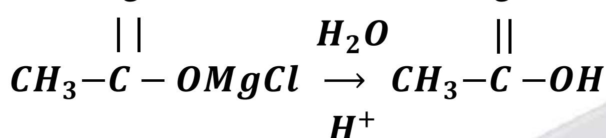
2) مبتدئاً بالميثانول حضر الايثانول

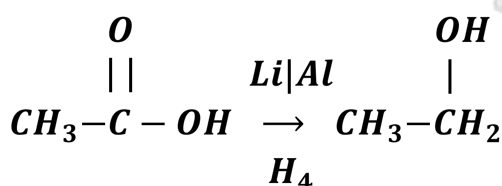
الحل ||


$$CH_3-OH+PCl_5 \longrightarrow CH_3Cl+POCl_3+HCl$$


$$CH_3-Cl+Mg \longrightarrow CH_3-MgCl$$

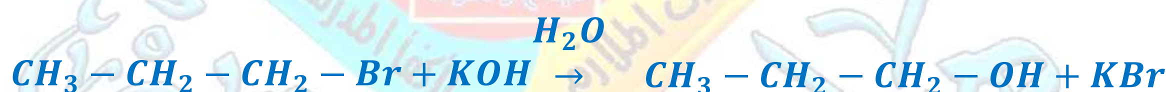

$$CH_3-MgCl+CO_2 \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl$$

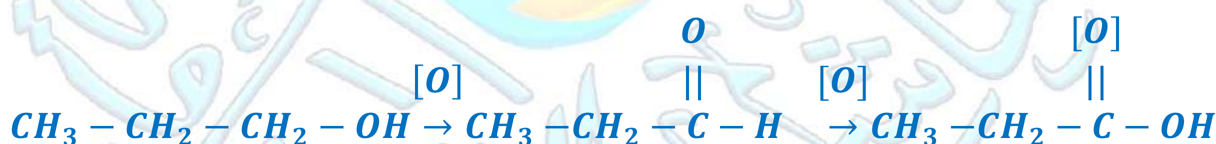

$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OMgCl \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$


$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \xrightarrow[H_4]{Li|Al} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH_2}$$

3) مبتدئاً ببرومو بروبان حضر حامض البروبانويك

الحل ||


$$CH_3-CH_2-CH_2-Br+KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3-CH_2-CH_2-OH+KBr$$

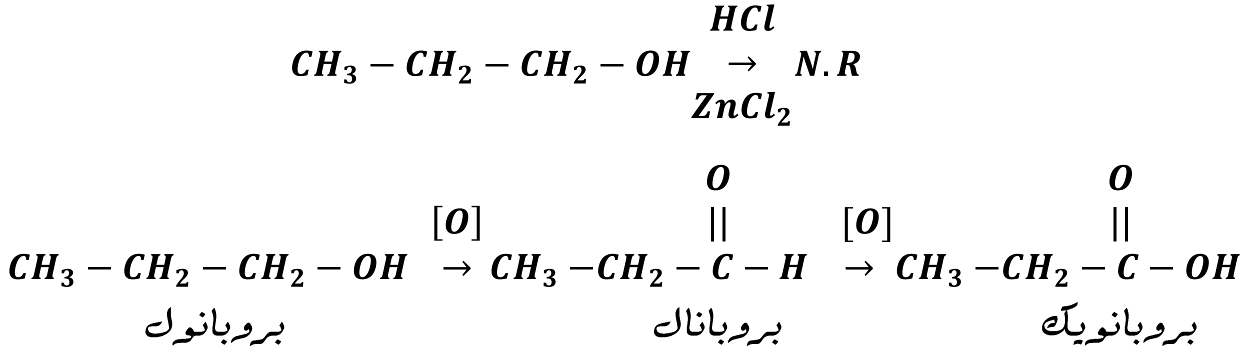

$$CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{[O]}{||}}{C}-OH$$

سؤال 7 – 9 | مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته المولية 60 g/mol لا يتسجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماما اكتب الصيغة الجزيئية و التركيبية للمركب ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والمجموعة الفعالة لكل ناتج .

الحل ||

$$M = C_nH_{2n+2}O$$
$$60 = 12n + 1(2n) + 2 + 16$$
$$14n + 18 = 60$$
$$14n = 60 - 18$$
$$14n = 42 \Rightarrow n = \frac{42}{14} \Rightarrow n = 3$$

اذا الصيغة الجزيئية للمركب هي C_3H_8O كحول اولي لانه لا يستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد ليعطي الديهايد ثم حامض كاربوكسيلي

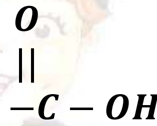


$$CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow[ZnCl_2]{HCl} N.R$$

$$\underset{\text{بروبانول}}{CH_3-CH_2-CH_2-OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بروبانال}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بروبانويك}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH}$$

الناتج الاول هو الديهايد قانونها العام هو $C_nH_{2n}O$ الجموعة الفعالة $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ كاربونيل

الناتج الثاني هو حامض كاربوكسيلي قانونها العام $C_nH_{2n}O_2$ الجموعة الفعالة



$$-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

سؤال 7 – 10 | اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي :

1- عند تسخين الايثانول CH_3-CH_2OH مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي

الجواب | $CH_2=CH_2$

2- المركب الناتج من اكسدة المركب 2– بروبانول باستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حامضي هو

الجواب | بروبانون

3- عند اختزال البروبانال بواسطة H_2 بوجود Ni فن المركب الناتج :

الجواب | 1– بروبانول

4- الغاز الناتج من تفاعل الصوديوم مع كحول الايثانول :

الجواب | H_2

5- عند اضافة ملغم الزئبق و الخارصين الى الايثانال بوجود HCl

الجواب | الكان

6- الغاز الناتج من تفاعل حامض الايثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو :

الجواب | CO_2

7- يستخدم كاشف لوكاس (اللامائي $HCl/ZnCl_2$) للتميز بين :

الجواب | الكحولات الاولية والثانوية والثالثية

8- عدد الصيغ البنائية المحتملة للمركب $C_3H_6Br_2$ هو :

الجواب | (4)

9- يمكن ان تتكون اواصر هيدروجينية ضمنية بين المادة الاتية :

الجواب | بروباناك

10- تتكون مراة فضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ لاحد المركبات الاتية :

الجواب | الديهايد

11- اي من المركبات الاتية تتفاعل مع محلول فهلنك :

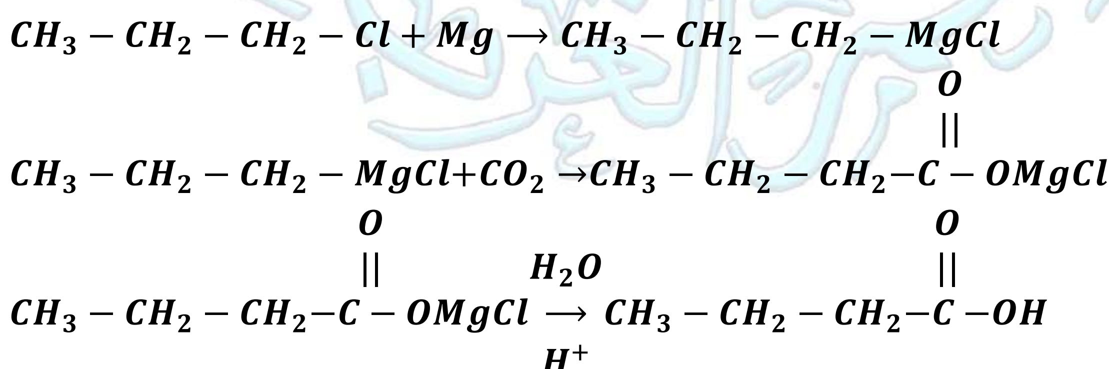
الجواب | $CH_3 - \overset{O}{\underset{C}{||}} - H$

12- نوع من التفاعل الذي يحول البربانون الى 2− يسمى تفاعل :

الجواب | اختزال

سؤال 7 – 11 | اكتب ممثلا بالمعادلات تحضير حامض بيوتانويك باستخدام كاشف كرينيارد وهاليد الكيل مناسب

الحل | نأخذ هاليد الالكيل اقل من الحامض بذرة كاربون واحدة حيث يتم تحضير الكاشف وبعدها كربنة الكاشف ليزداد عدد ذرات الكاربون بمقدار واحد وهو المطلوب لتحضير الحامض البيوتانويك

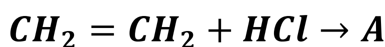


$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + Mg \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - MgCl$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - MgCl + CO_2 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - OMgCl$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - OMgCl \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - OH$$

سؤال 7 – 12 فيما يلي سلسلة من التفاعلات التي تبدأ بالاثلين $CH_2 = CH_2$ اكتب الصيغ البنائية لكل من النواتج العضوية بدءاً من A الى E :



$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow A$$



$$A + KOH \rightarrow B$$

مائي



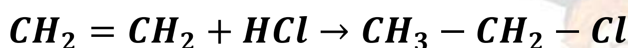


$$B \xrightarrow{[O]} C \xrightarrow{[O]} D$$

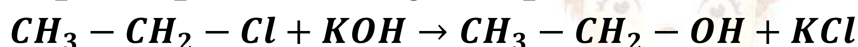


$$D + NaHCO_3 \rightarrow E + H_2O + CO_2$$

الحل

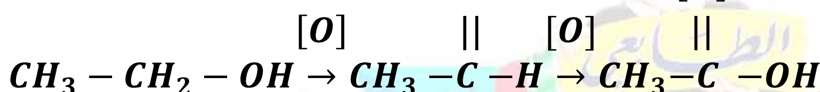


$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - CH_2 - Cl$$

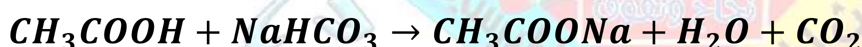


$$CH_3 - CH_2 - Cl + KOH \rightarrow CH_3 - CH_2 - OH + KCl$$





$$CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow{[O]} CH_3 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H \xrightarrow{[O]} CH_3 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - OH$$



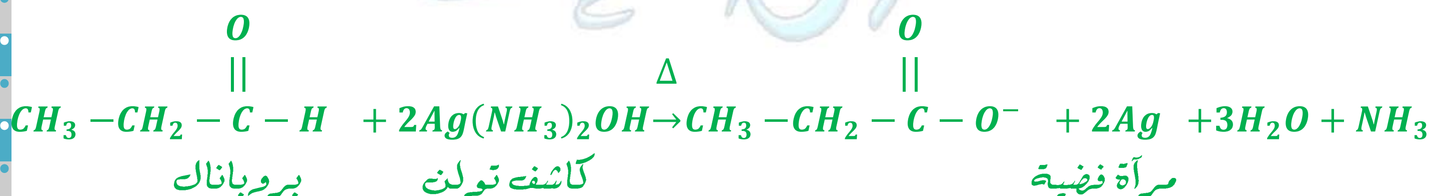
$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

سؤال 7 – 13 | كيف تميز مختبريا بين كل زوج من المركبات الاتية

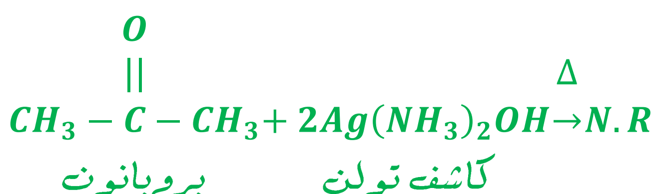
الحل | اي تمييز بين مركبين لايوجد ضمن الـ 4 تمييزات الاخذناهم نستخدم الاكسدة

1) بروبانال وبربانون

الحل | يتفاعل كاشف تولن مع الالديهايد ليعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون



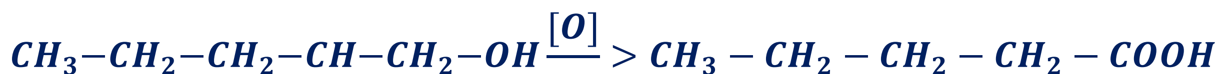
$$\underset{\text{بروبانال}}{CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H} + \underset{\text{كاشف تولن}}{2Ag(NH_3)_2OH} \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - O^- + \underset{\text{مرآة فضية}}{2Ag} + 3H_2O + NH_3$$



$$\underset{\text{بروبانون}}{CH_3 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - CH_3} + \underset{\text{كاشف تولن}}{2Ag(NH_3)_2OH} \xrightarrow{\Delta} N.R$$

2) 1− بنتانول وبنتان

الحل | 1− بنتانول كحول والكحولات تتأكسد الى الديهايد ثم الى حامض كاربوكسيلي اما البنتان هو الكان غيرلا يتأكسد



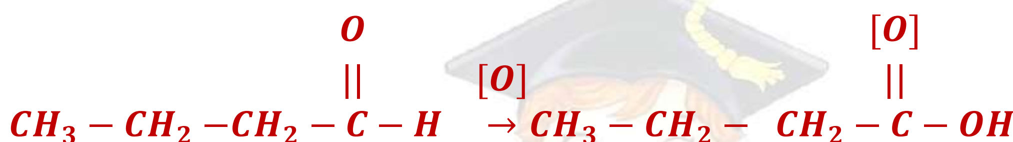
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$$



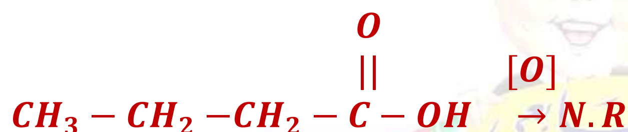
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH-CH_3 \xrightarrow{[O]} N.R$$

3) بيوتانال وحامض البيوتانويك

الحل | البيوتانال الديهايد يمكن اكسدته الى حامض البيوتانويك اما الحامض فلا يمكن اكسدتة



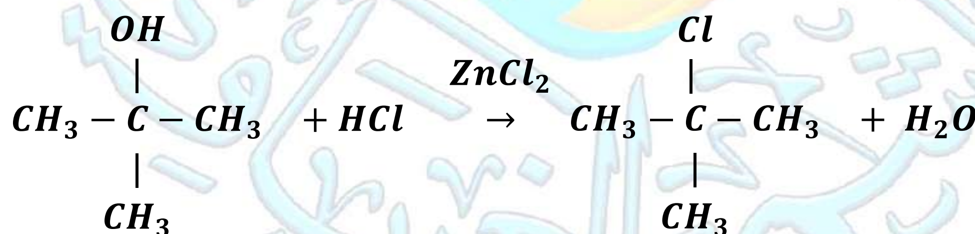
$$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{[O]}{||}}{C}-OH$$



$$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \xrightarrow{[O]} N.R$$

4) 2− مثيل − 2− بروبانول و 1− بروبانول

الحل | ان 2− مثيل بروبانول هو كحول ثالثي يتفاعل مع كاشف لوكاس اما 1− بروبانول فهو كحول اولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس في الظروف الاعتيادية



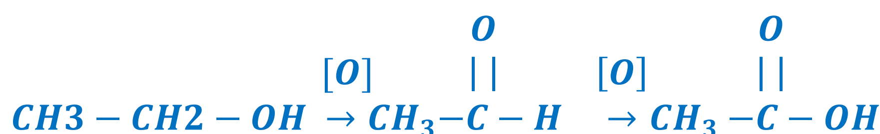
$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{Cl}{C}}-CH_3 + H_2O$$



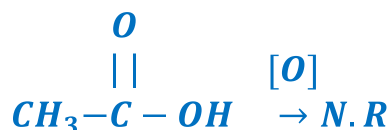
$$CH_3-CH_2-CH_2-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} N.R$$

5) الايثانول و حامض الايثانويك

الحل | الايثانول كحول ممكن يتأكسد الى الديهايد ثم حامض كاربوكسيلي اما حامض الايثانويك لايتأكسد)



$$CH3-CH2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$



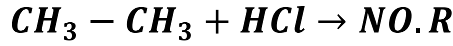
$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \xrightarrow{[O]} N.R$$

6) اثيل امين و الايثان

الحل || تمييز بين امين والكان بواسطة HCl



$$CH_3-CH_2-NH_2+HCl\rightarrow CH_3-CH_2-NH_3^+Cl$$



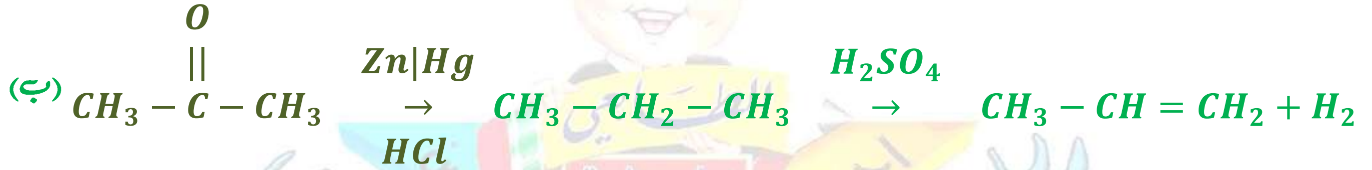
$$CH_3-CH_3+HCl\rightarrow NO.R$$

سؤال 7 – 14 | وضح بمعادلات كيميائية كيفية تحدث التحولات الاتية :

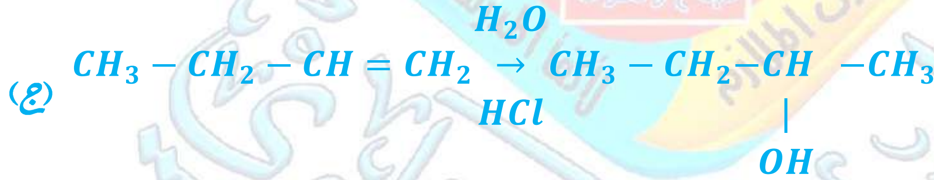
الحل |



أ) $CH_3-\underset{CH_3}{\overset{Cl}{C}}-CH_3+KOH\xrightarrow[\text{المائي}]{H_2O}CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3$



ب) $CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3\xrightarrow[HCl]{Zn|Hg}CH_3-CH_2-CH_3\xrightarrow{H_2SO_4}CH_3-CH=CH_2+H_2$

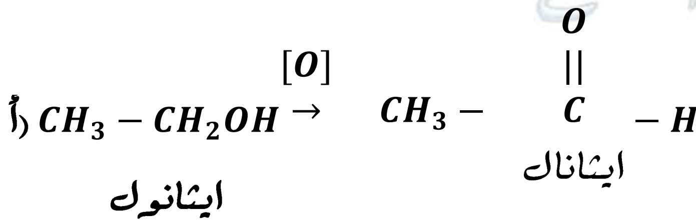


ج) $CH_3-CH_2-CH=CH_2\xrightarrow[HCl]{H_2O}CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3$

سؤال 7 – 15 اكتب الاسم والصيغة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطى

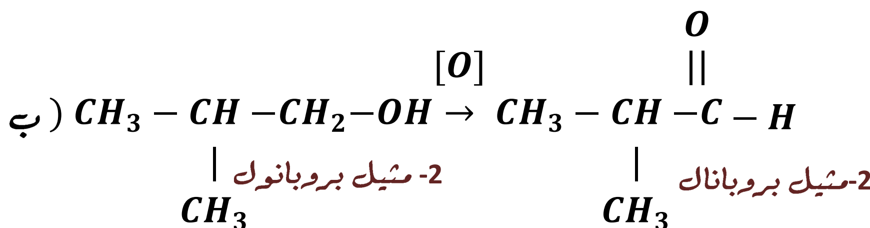
أ) ايثانال ب) 2-مثيل بروبانال ج) 2-بيوتانون

الحل |



أ) $CH_3-CH_2OH\xrightarrow{[O]}CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H$

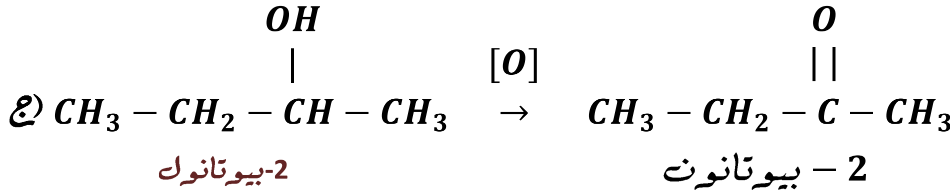
ايثانول → ايثانال



ب) $CH_3-\underset{CH_3}{CH}-CH_2-OH\xrightarrow{[O]}CH_3-\underset{CH_3}{CH}-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H$

2- مثيل بروبانول → 2-مثيل بروبانال

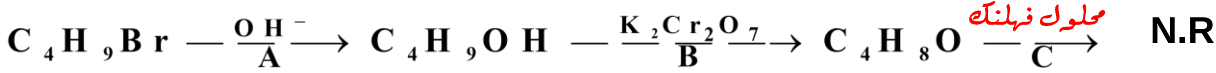




ج) $CH_3 - CH_2 - \underset{|}{\overset{OH}{CH}} - CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3$

2-بيوتانول 2 – بيوتانون

سؤال 7 – 16 | ادرس مخطط التفاعل الاتي واجب عن الاسئلة التي تليه :-

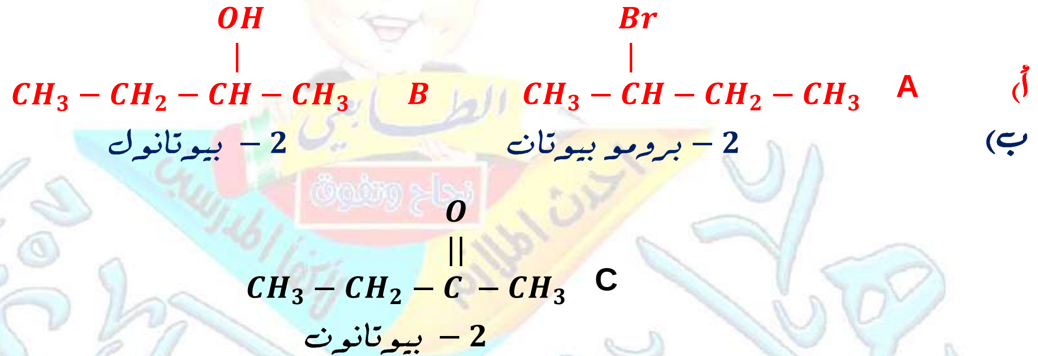


$C_4H_9Br \xrightarrow[A]{OH^-} C_4H_9OH \xrightarrow[B]{K_2Cr_2O_7} C_4H_8O \xrightarrow[C]{\text{محلول فهلنك}}$ N.R

أ) الصيغ البنائية لكل من : Cو B و A ب) اعط اسماء كل من : A و B و C

ج) ايهما اعلى درجة غليان C ام B ولماذا د) اكتب صيغ بنائية اخر للمركب B لايتأكسد بوساطة $K_2Cr_2O_7$

الحل ||



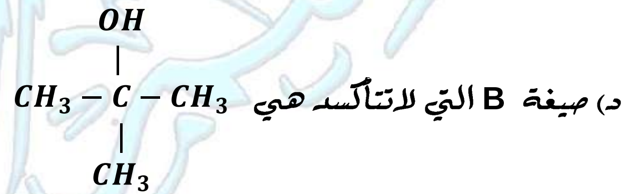
أ) A $CH_3 - \underset{}{\overset{Br}{\overset{|}{CH}}} - CH_2 - CH_3$ B $CH_3 - CH_2 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3$

ب) 2 – برومو بيوتان 2 – بيوتانول

C $CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3$

2 – بيوتانون

ج) B اعلى درجة غليان من C لأن الكحولات تكون اواصر جزيئية بينية



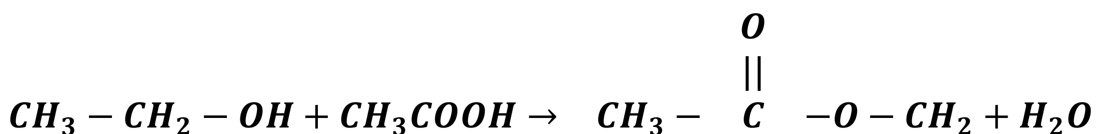
د) صيغة B التي لاتتأكسد هي $CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$

سؤال 7 – 17 | يتفاعل اثنان من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته $C_4H_8O_2$ حدد المركبين ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية



$CH_3 - CH_3$, $CH_3 - CH_2 - OH$, CH_3CHO , CH_3COOH , $CH_3 - CHO - CH_3$

الحل | يتفاعل كحول الاثيل مع حامض الايثانويك لينتج استر كما في المعادلة الاتية :



$$CH_3 - CH_2 - OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - O - CH_2 + H_2O$$

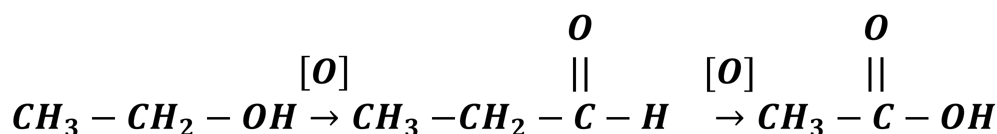




سؤال 7 – 18 | اكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المواد الاتية مبتدأ من الايثانول واي مواد غير عضوية او عضوية مناسبة .

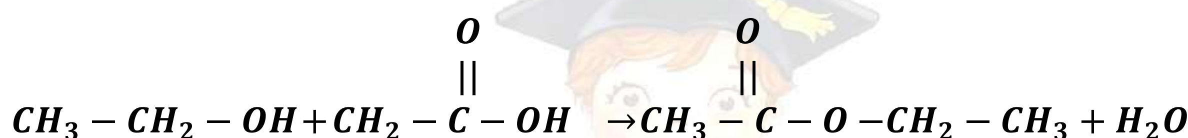
الحل ||

أ) حامض الايثانويك



$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$$

ب) اثيل ايثانوات



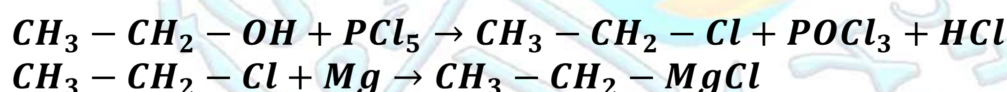
$$CH_3-CH_2-OH+CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-CH_2-CH_3+H_2O$$

ج) كلورو ايثان



$$CH_3-CH_2-OH+PCl_5 \rightarrow CH_3-CH_2-Cl+POCl_3+HCl$$

د) اثيل كلوريد المغنيسيوم

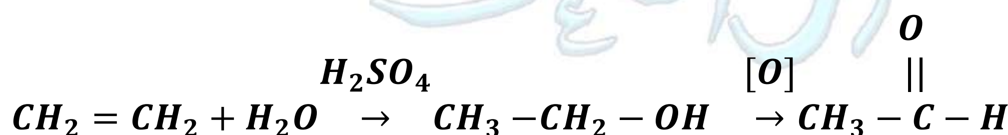


$$CH_3-CH_2-OH+PCl_5 \rightarrow CH_3-CH_2-Cl+POCl_3+HCl$$

$$CH_3-CH_2-Cl+Mg \rightarrow CH_3-CH_2-MgCl$$

سؤال 7 – 19 | مبتدأ بالاثلين $CH_2=CH_2$ بين بمعادلات تحضير كل من :-

أ) ايثنال

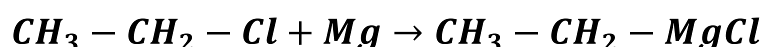


$$CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H$$

ب) اثيل كلوريد المغنيسيوم

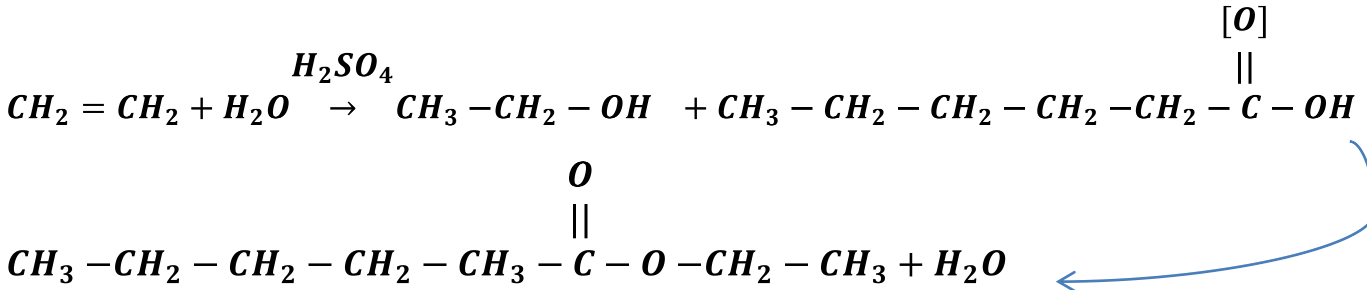


$$CH_2=CH_2+HCl \rightarrow CH_3-CH_2-Cl+H_2O$$



$$CH_3-CH_2-Cl+Mg \rightarrow CH_3-CH_2-MgCl$$

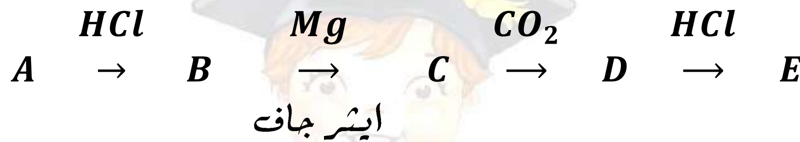
ج) اثيل هكسانوات



$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - OH \quad + CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \overset{[O]}{\overset{||}{C}} - OH$$

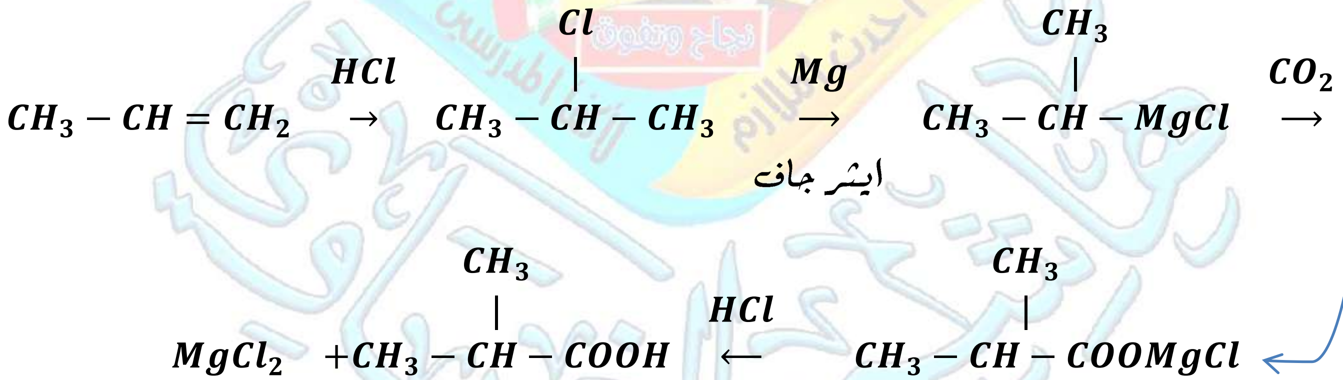
$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - O - CH_2 - CH_3 + H_2O$$

سؤال 7 – 20 | استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية E, D, C, B, A في مخطط التفاعلات الاتية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون



$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

الحل

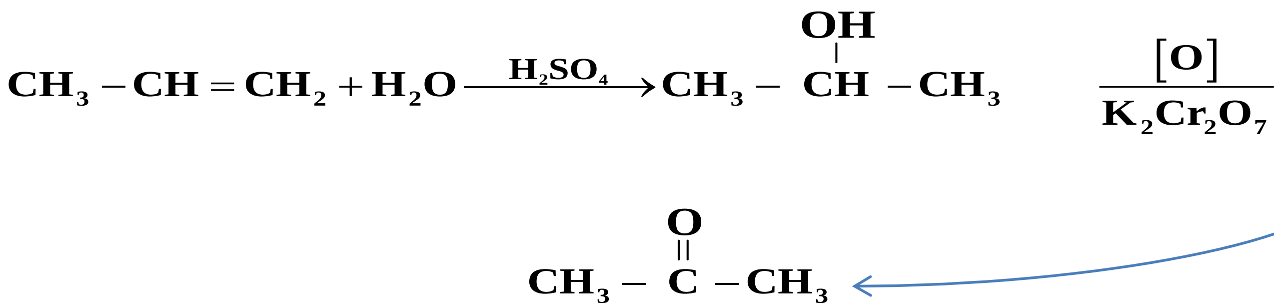


$$CH_3 - CH = CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3 - \overset{Cl}{\overset{|}{C}H} - CH_3 \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{C}H} - MgCl \xrightarrow{CO_2}$$

$$MgCl_2 \quad + CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{C}H} - COOH \xleftarrow{HCl} CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{C}H} - COOMgCl$$

سؤال 7 – 21 | عبر بصيغ تركيبية وبالمعادلات الكيميائية لكل من

1- التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم اكسدة الناتج



$$CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}H} - CH_3 \quad \frac{[O]}{K_2Cr_2O_7}$$

$$CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3$$

2- مبتدئا بالايثانال وما تحتاج اليه حضر الايثان وكذلك اثيل امين



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_3$$



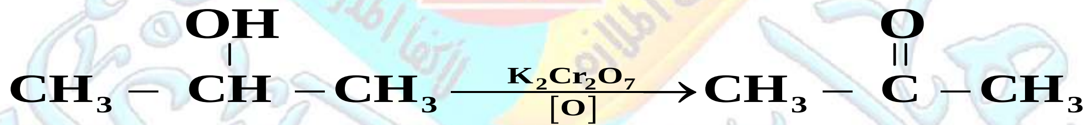
$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H+H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2OH+NH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-NH_2+H_2O$$

سؤال 7 – 22 | يتكون المركب *A* من ثلاث ذرات كاربون يتأكسد ليعطي المركب *B* وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك و عند تفاعل المركب *A* مع فلز الصوديوم ينتج المركب *C* اما اذا اختزل المركب *B* فنه يعطي المركب *A*

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من *C B A*

ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات *C B A*

الحل || المركب *A* هو كحول ثانوي يتأكسد فيعطي كيتون الذي لا يعطي كشف محلول فهلنك

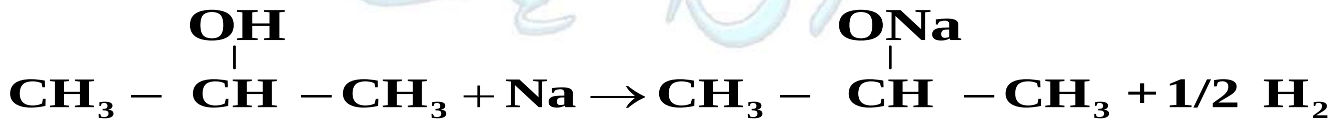


$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3$$



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3+2Cu^{+2}+5OH^- \rightarrow No.R$$

ويتفاعل المركب *A* مع فلز الصوديوم ليعطي كوكسيدات الصوديوم



$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3+Na \rightarrow CH_3-\overset{ONa}{\overset{|}{CH}}-CH_3+1/2\ H_2$$

و اذا تم اختزال الكيتون *B*فانه يعطي الكحول الثانوي *A*



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3 \xrightarrow[Pt\ ,\ Ni]{H_2} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3$$

تم بعون الله (انتهى الفصل السابع)

الكيمياء السادس الاحيائي

2020

الفصل الثامن

الاستاذ : هاشم الغرباوي

الفصل الثامن || الكيمياء الحياتية

8 – 1 مقدمة

هو علم يعني بكيمياء التراكيب الحيوية في جسم الكائن الحي ويدرس التغيرات الكيمائية التي تحدث فيه وهذه الدراسة تربط بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوظيفي للمخلوقات الحية .

8 – 2 الكربوهيدرات

مركبات عضوية تتركب من كاربون وهيدروجين و اوكسجين ونسبة الأوكسجين فيها مرتفعة حيث ترتبط كل ذرة كاربون بالذرات المكونة لجزئيات الماء وهي $(CH_2O)_n$ وقد جاءت تسمية الكربوهيدرات على ضوء ذلك اي اشتقت من كاربون وماء.

❖ اصناف الكربوهيدرات :

- ✓ اولاً : كربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثل كلكوز و فركتوز .
- ✓ ثانياً : كربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثل سكروز و مالتوز و لاكتوز .
- ✓ ثالثاً : كربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) مثل النشأ و السليلوز .

اولاً : كربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثل كلكوز و فركتوز .

- تعد ابسط الكربوهيدرات وصيغتها الجزيئية $C_6H_{12}O_6$

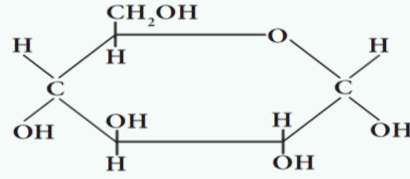
أ – سكر الكلوكوز :

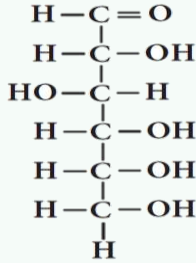
- يوجد في الطبيعة وفي الدم وفي فاكهة العنب .
  - يستعمل طبياً في تغذية المرضى و اسعافهم خلال العمليات الجراحية .
  - في الحالات التي لا يتناول فيها المريض غذاء كافياً عن طريق الفم .

  - الصيغة الجزيئية للكلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$.

- الصيغه البنائية للكلوكوز يكون سلسلة مفتوحة او قد يكون بشكل سلسلة مغلقة .

كلوكوز سلسلة مغلقة — كلوكوز سلسلة مفتوحه





- علل : استعمال الشكل المفتوح للكلوكوز ؟.
- ج / لان تفاعلاته الكيميائية معظمها تجري في المحاليل المائية وعادة يوجد الكلوكوز بشكله المفتوح في الوسط السائل اضافة الى سهولة تمثيلة وفهم التفاعلات على اساس شلكة المفتوح .

صفات الكلوكوز

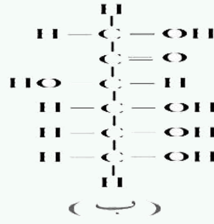
- بلورات صلبة
- درجة غليانه عالية بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية البينية بين جزيئات الكلوكوز
- يذوب جيداً في الماء بسبب قدرته على تكوين اواصر هيدروجينية بينه وبين جزيئات الماء
- قطبية عالية بسبب وجود مجاميع الهيدروكسيل وذرات الهيدروجين في تركيب الجزيئة
- صفاتة الكيمائية تشبة صفات الكحولات والالديهايدات بسبب احتواء صيغته البنائية المفتوحة على مجموعة هيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة .
- يتأكسد مع محلول تولن ومحلول فهلنك بسبب احتواه صيغته البنائية المفتوحة على مجموعة الديهايد واحدة .

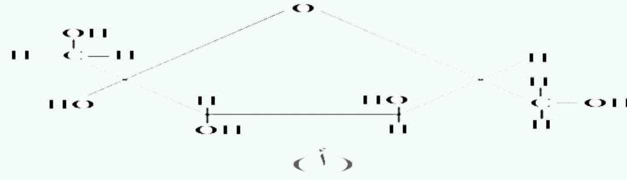
ب) سكر الفركتوز (سكر الفواكه)

- وجودة يوجد في العسل ومعظم الفواكه .
- الصيغة الجزئية للفركتوز هي شبه الصيغة الجزيئية للكلوكوز اي $C_6H_{12}O_6$

الصيغة البنائية تتمثل بشكلين صيغة بنائية مفتوحة واخرى مغلقة .

فركتوز سلسلة مفتوحة فركتوز سلسلة مغلقة





- **علل** | يكتسب الفركتوز تفاعلاتة مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات .
- ج | بسبب وجود عدد من مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الكربونيل الكيتونيية .
- **علل** | يصنف الفركتوز على انه من السكريات المختزلة رغم انه كيتوناً .
- ج | ان وجود مجاميع الهيدروكسيل الى جانب مجموعة الكربونيل الكيتونية يكسبة تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات وقابليية للتاكسد بمحلول فهلنك او كاشف تولن التي يخالف فيها الكيتونات .

ثانياً : الكربوهيدرات ثنائية التسكر :

يتكون جزيء هذا النوع من ارتباط جزيئتين من السكر الاحادي متماثلتين مثل سكر القصب .

- **سكر القصب او السكروز :**

سمي بسكر القصب كونه يستخلص من نبات القصب صيغته الجزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$ يتكون من جزيء الكلوكوز وجزيء الفركتوز مرتبطين ببعضهما باصرة كلايكوسيدية تنشأ بعد فقدان جزيئة ماء . الا انه من السهل تحللة الى كلوكوز وفركتوز في عمليات الهضم .

- **علل** : يعتبر السكروز من السكريات ثنائية التسكر ؟
- ✓ ج || لان الجزيء الواحد منه يتكون من جزء كلوكوز وجزيء فركتوز يرتبطان بآصرة كلايكوسيدية تنشأ بعد انتزاع جزيئة ماء

ثالثا الكربوهيدرات متعددة التسكر :

- تعد بوليمر ضخما للسكريات الاحادية مثل النشأ والسليلوز .
- **أ – النشأ :**

يعد من الكروبهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ارتباطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز .

○ ب- السليلوز :

ويعد من الكربوهيدرات متعددة التسكر ويتكون من بوليمر ضخم للكلوكوز ويختلف عن النشأ في الشكل والخواص بسبب اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منها واختلاف ترابطها مع بعضها وتعتبر الياف المواد الخشبية وقشور بعض اثمار الفاكهة مثل التمر المصدر الطبيعي له .

☒ يمكن تفكيك النشأ والسليلوز الى وحداته الاساسية بفعل الحوامض او الانزيمات .

▪ كيف تكشف عن النشأ ؟

✓ يتم باضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشا .

▪ علل : ظهور محلول اليود باللون الازرق بعد اضافة محول النشأ اليه ؟

✓ ج : بسبب ارتباط جزيئات النشا مع جزيئات اليود في محلول اليود فيتكون مركب ذا لون ازرق .

8 – 3 البروتينات

مواد عضوية غير بسيطة معقدة التركيب ومتكونة من وحدات الاحماض الامينة مرتبطة باواصر خاصة تسمي الببتيدات وتتكون من عناصر اساسية تشمل الكاربون والهيدروجين و الاوكسجن و النتروجين واحياناً عناصر الكبريت والفسفور والحديد والنحاس بنسب متفاوته تشكل البروتينات المكون الاساسي للأنسجة الحيوانية والنباتية تركيباً ووظيفة فهي تقوم بتحفيز التفاعلات الكيميائية الحياتية كانزيمات كما تنظم هذه التفاعلات كهرمونات اضافة الى انها توجد ضمن مكونات جدران الخلايا وكذلك اجزاء الخلايا

▪ علل : تشكل البروتينات مصدر اساسياً في غذاء الانسان ؟

✓ ج : لأنها المصدر الاول للحوامض الامينية التي يحتاجها الانسان لنموه .

الاحماض الامينية

تعد الاحماض الامينية الوحدة الاساسية لبناء البروتين ومن صيغته البنائية يظهر ان هناك مجموعتين وظيفيتين تشترك فيهما جميع البروتينات وهما مجموعة الكاربوكسيل COOH ومجموعة الامين $-NH_2$

التفاعلات الاساسية للبروتينات

- تحتوي البروتينات في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة امين قاعدية لذلك فهي تتفاعل مع الحوامض والقواعد

❖ علل | يمكن تجزئة البروتين الى الاحماض الامينية عند اضافة حامض غير عضوي او اضافة قاعدة غير عضوية

✓ ج | من الصيغة البنائية للبروتين فهوي يحتوي على مجموعة كاربوكسيل ذات صفات حامضية تستطيع ان تتفاعل مع القواعد الغير عضوية ويحتوي ايضا على مجموعة امين ذات صفات قاعدية تستطيع ان تتفاعل مع الحوامض غر العضوية

❖ علل : يبذل الباحثون جهود كبيرة لمعرفة ترتيب الاحماض الامينية في البروتين ؟

✓ ج | بهدف محاولة انتاج مشابه له في المختبر لتعويضه عند الحاجة لكون وظيفة البروتين تعتمد على نوع الاحماض الامينية المكونة له وترتيبها داخل بنية جزيئاته .

❖ علل | يصعب فصل البروتينات عن بعضها بطرق كيميائية ؟

✓ ج : لتشابة تركيبا الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيمائية .

❖ علل || تتخذ البروتينات اشكالا تختلف في وظيفتها وصفاتها الطبيعية ؟

✓ ج بسبب كبر حجمها

❖ **اشكال البروتينات**

1- بروتين خيطي مثل الكرياتين في الشعر والصوف

2- بروتين شبة كروي مثل البيض

❖ من اشهر المواد البروتينيه في اجسامنا هي الهيموغلوبين في الدم والالبومين في البيض والانزيمات

❖ **وظائف البروتينات ؟**

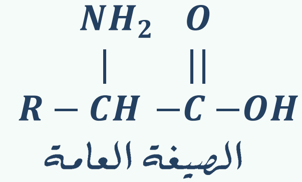
- للبروتينات وظائف اساسية في اجسام المخلوقات حيث لها دور كبير في بناء معظم خلايا الجسم واعادة ما تلف منها .و تشكيل الدم ونقل الكثير من المواد في الدم

❖ تمرين 8 – 1 | علل ان البروتينات مواد ذات صفات قاعدية – حامضية (امفوتيرية)

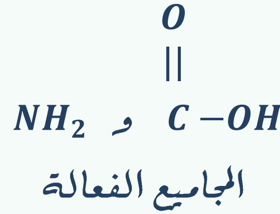
✓ الجواب | لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية التي تتكون من مجموعة الامين القاعدية ومجموعة الكربوكسيل الحامضية وبذلك تمتلك صفات حامضية وقاعدية تبع ذلك ويمكن ان تتفاعل مع الحوامض والقواعد فلها سلوك امفوتيري

س | اكتب الصيغه العامة للاحماض الامينية وما المجموعتان الوظيفيتان اللتان تشترك بهما الاحماض الامينية

الجواب |



الصيغة العامة



الجاميع الفعالة

8 – 4 الانزيمات

وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقله ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس

- **سؤال |** عدد صفات (خواص) الانزيمات ؟ وماهي انواعها
- **الجواب | صفاتها**

1) شديدة الحساسية وتتلف بالحرارة
2) تعمل ضمن نطاق معين من PH
3) تفقد فعاليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية

- **هناك نوعان من الانزيمات**

✓ **اولاً :** انزيمات داخلية: هي التي تعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابليه على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية

✓ **ثانياً :** الانزيمات الخارجية : هي التي يكون عملها خارج الخلية (بعد افرازها من الانسجة مثل الانزيمات الهاضمة .

❖ **علل ||** تتكون الانزيمات داخل الجسم الحي وتتجدد بأستمرار

❖ **الجواب |** لانها شديدة الحساسية وتتلف بالحرارة وتعمل ضمن نطاق معين من PH وتفقد فعاليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية

❖ **عمل الانزيمات**

❖ تعمل الانزيمات كعامل مساعدة للتقليل من لطاقة اللازمة لحدوث التفاعل اي تكون طاقة تنشيط اوطأ مما هي عليه في حالة التفاعل بدون انزيم .

8 – 5 الدهون (اللبيدات)

عبارة عن مركبات عضوية بوليمرات ذات ملمس دهني لا تذوب في الماء و المذيبات القطبية الاخرى لكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الايثر والكلوروفورم والبنزين توجد في الكائنات الحيوانية ويطلق عليها اسم الشحوم الحيوانية وتكون صلبة في درجات الحرارة الاعتيادية و توجد في الكائنات النباتية ويطلق عليها اسم الزيوت النباتية وتكون سائلة في درجات الحرارة الاعتيادية . وهي عباره عن الاستر الثلاثي للكلسرين مع

الحوامض الشحمية والتي تتكون من سلسلة كاربونية طويلة لها مجموعة كاربوكسيلية طرفية ويدعى هذا التركيب بثلاثي الكليسرايد

8 – 6 الصابون

- ❖ الصابون : عباره عن ملح الصوديوم او البوتاسيوم للحامض دهني
- ❖ س | كيف تتم عملية الصوبنة
- ▪ تتم عملية الصوبنة بفعل احد القواعد القوية مثل $NaOH$,KOH على الزيت او الدهن و يضاف محلول ملح كلوريد الصوديوم فتتصلب مادة على شكل طبقة سميكة ترشح من خلال قطعة قماش لينتج الصابون ثم يغسل بالماء البارد للتخلص من بقايا الملح .
- ▪ س | على ما يتوقف عمل الصابون
- ▪ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة و نوع الزيت فاستخدام هيدروكسيد الصوديوم ينتج صابون صلب اما استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم فينتج صابون طري او سائل كما ان جودة الصابون تتوقف على نوعية الدهون المستخدمة .

❖ تمرين 8 – 2 | لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنسيوم بديلاً عن الصوديوم في صناعة الصابون ؟

✓ الجواب | لان ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون في الماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين في صناعة الصابون .

اسئلة الفصل الثامن

❖ سؤال 8 – 1 | اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي :

1- اي المواد التاليه ليس مصدرها البروتينات

أ) جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت

ب) جزيء مركب يحتوي على الكاربون والهيدروجين والنتروجين

ج) مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد

2- يتكون جزيء السكروز من وحدات صغيرة هي

أ) كلوكوز ب) فركتوز ج) كلوكوز وفركتوز

4) من العناصر الاتية لايوجد في الحوامض الامينية

أ) النتروجين ب) الفسفور ج) الاوكسجين د) الكاربون

5) اي من البوليمرات التاليه تعد الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (المونمر) لها

أ) البروتينات ب)الكاربوهيدرات ج) اللبيدات (الدهون)

❖ سؤال 8 – 2 | علل مما يأتي :

○ أ – يعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة ؟

✓ الجواب : ان وجود مجاميع الهيدروكسيل الى جانب مجموعة الكاربونيل الكيتونية يكسبة تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات وقابليته للتأكسد بمحلول فهلنك او كاشف تولن التي تخالف فيها الكيتونات

○ ب – تفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد ؟

✓ الجواب : كونها تحتوي في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة امين قاعدية

○ ج – يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة ؟

✓ الجواب : لتشابه تركيبها الكيمائي وصفاتها الفيزيائية و الكيمائية

❖ سؤال 8 – 3 | اشبته عليك محلولات احدهما نشأ والاخر كلوكوز فكيف تميز بينهما في المختبر ؟

✓ الجواب : يمكن التميز بينهما باستخدام محلول اليود الذي يعطي لوناً ازرق مع النشأ اما الكلوكوز فلا يعطي هذا الكشف .

❖ سؤال 8 – 4 اكمل الجدول الاتي :

وجهة المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$
الصيغة البنائية المفتوحة	H–C=O H–C–OH HO–C–H H–C–OH H–C–OH H–C–OH H	H H–C–OH C=O HO–C–H H–C–OH H–C–OH H–C–OH H
الجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة	–OH مجموعة هيدروكسيل O ‖ –C –H مجموعة الدهايد	–OH مجموعة هيدروكسيل O ‖ –C – مجموعة كاربونيل كيتون
الجموعة الوظيفة المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)	C – O – C مجموعة ايثر و –OH مجموعة هيدروكسيل	C – O – C مجموعة ايثر و –OH مجموعة هيدروكسيل

تم بعون الله

انتهى الفصل الثامن